

# **Messen von Flow mit EEG in Computerspielen**

DISSERTATION

DER WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTLICHEN  
FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

zur Erlangung der Würde  
eines Doktors der Informatik

vorgelegt von  
URS HUGENTOBLER  
von  
Zürich

genehmigt auf Antrag von  
PROF. DR. HELMUT SCHAUER  
PROF. DR. HEINZ MANDL

2011

Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Zürich, Lehrbereich Informatik, gestattet hierdurch die Drucklegung der vorliegenden Dissertation, ohne damit zu den darin ausgesprochenen Anschauungen Stellung zu nehmen.

Zürich, den 26. Oktober 2011

Der Lehrbereichsvorsteher: Prof. Abraham Bernstein, Ph.D.

## Zusammenfassung

Viele Tätigkeiten können Flow erzeugen. Bei einer genaueren Analyse fand Mihály Csikszentmihályi verschiedene Aspekte, die Flow erzeugenden Aktivitäten gemeinsam sind. Dazu gehört zum Beispiel die optimale Passung von Anforderungen einer Aufgabe mit den Fähigkeiten der ausführenden Person. Dies ermöglicht es unter anderem, so in eine Tätigkeit einzutauchen, dass sowohl die Umwelt, wie auch die eigene Person nicht mehr wahrgenommen werden. Befindet sich eine Person im Flow, spielt auch Zeit keine Rolle mehr. Stunden vergehen wie Minuten im Sog der Tätigkeit. Es gibt bereits verschiedene Verfahren, um Flow zu messen. Bestehende Verfahren haben aber den Nachteil, dass sie umfangreiche Messapparate benötigen oder durch direkte Befragung der Personen den Flow selber unterbrechen.

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts ist ein Lernprogramm entwickelt worden, das dessen Benutzer in den Flow versetzt. Ist der Benutzer im Flow, können mit einer neu entwickelten Messmethode EEG-Signale aufgezeichnet werden, die eine Analyse des Flow-Zustands zulassen, ohne die Testperson aus dem Flow herauszureissen. In diesem Zustand kann anschliessend auch der Zusammenhang zwischen Flow und Lernerfolg empirisch nachgewiesen werden.

## Abstract

Many activities can create flow. In his in-depth analysis Mihály Csikszentmihályi has found a number of factors common to activities creating flow, one being that a person's abilities optimally align with the challenges set by the task. This combined with other factors enables individuals to be so deeply absorbed in an activity that they do not only blend out their environment and their self but also lose all sense of time. There exist various methods to measure flow. The downside of existing procedures is, however, that they require an extensive range of equipment. Another disadvantage is that interviewing test subjects about their flow experience during the experiment naturally interrupts their flow.

Within the framework of this research project a learning programme has been developed that allows its user to be in flow. While the user is in flow, a newly developed measurement method will record EEG signals that permit conclusions on the flow state without actually drawing the test subject out of it. This will then allow to empirically establish a causal link between flow and success in learning.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
1.1 Motivation und Begründung der Themenwahl	8
1.2 Ziele	11
1.3 Aufbau der Arbeit	11
<b>2 Grundlagen von Flow</b>	<b>12</b>
2.1 Flow-Faktoren	13
2.1.1 notwendige Voraussetzungen	14
2.1.2 weitere Faktoren	16
2.2 Flow-Modelle	22
2.2.1 Diagonalmodell/Der Flow-Kanal	22
2.2.2 Das angepasste Grundmodell	23
2.2.3 Entwicklung innerhalb des Modells	23
2.2.4 Verschiedene Fähigkeitsstufen/verschiedene Kanäle	25
2.2.5 Das Quadranten-Modell	25
2.2.6 Das Oktanten-Modell	26
2.2.7 Schwächen der Modelle	27
2.2.8 Fazit	28
2.3 Eintritt Flow	29
2.3.1 Tätigkeiten und Flow	29
2.3.2 Geschlechterspezifische Unterschiede	30
2.3.3 Micro-Flow/Macro-Flow	31
2.4 Flow und Alter	32
2.4.1 Altersunterschiede	32
2.4.2 Lernverhalten	35
2.4.3 Flow und Bildung	38
2.4.4 Umgang mit Medien in der Bildung	42
2.4.5 Fazit Flow und Alter	45
2.5 Negative Auswirkungen von Flow	47
<b>3 Flow und Computerspiele</b>	<b>48</b>
3.1 Spielertypen	48
3.2 Spielgenres und Flow	49
3.2.1 Actionspiele:	50
3.2.2 Abenteuerspiele:	50
3.2.3 Rollenspiele:	50
3.2.4 Simulationen:	50
3.2.5 Strategie- und Aufbauspiele:	50
3.2.6 Zuteilung der Genres zu Flow	51
3.2.7 Fazit Genres:	52
3.3 Prinzipien, die ein gutes Spiel ausmachen	52

<b>3.4</b>	<b>Umsetzung von Flow-Elementen in Computerspielen</b>	<b>53</b>
<b>3.5</b>	<b>Optimierung von Spielen auf Flow</b>	<b>54</b>
3.5.1	Aktiv	55
3.5.2	Passiv	56
<b>3.6</b>	<b>Machen Lernspiele weniger Spass?</b>	<b>57</b>
<b>3.7</b>	<b>Game Based Learning in Unternehmungen</b>	<b>58</b>
3.7.1	Beispiele des Einsatzes von Game Based Learning in Unternehmungen	59
3.7.2	Eine Stichprobe über den Einsatz in Schweizer Unternehmungen	60
3.7.3	Analyse der Ergebnisse	62
<b>3.8</b>	<b>Fazit Flow und Computerspiele</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>Messmethoden</b>	<b>64</b>
<b>4.1</b>	<b>Persönliche Messmethoden</b>	<b>65</b>
4.1.1	Interviews/Beobachtung	65
4.1.2	Fragebogen	66
4.1.3	Experience Sampling Method (ESM)	69
4.1.4	Fazit persönliche Messmethoden	70
<b>4.2</b>	<b>Biofeedback-Methoden</b>	<b>70</b>
4.2.1	Augenreaktion	71
4.2.2	Mimikerkennung	73
4.2.3	Herzratenvariabilität	74
4.2.4	Hautwiderstand (EDA)	75
4.2.5	Muskelspannung (EMG)	76
4.2.6	Fazit Biofeedback-Methoden	76
<b>4.3</b>	<b>Elektroenzephalografie (EEG)</b>	<b>78</b>
4.3.1	Hirnaktivität und deren Messung	78
4.3.2	Die Frequenzbänder	79
4.3.3	Hirnareale	81
4.3.4	Messen/Speichern der Wellen	83
4.3.5	Elektrodenplatzierung	83
4.3.6	Artefakte	87
4.3.7	Auswertung	88
4.3.8	Hardware	90
4.3.9	Fazit	94
<b>4.4</b>	<b>Weitere Neurofeedback-Methoden</b>	<b>95</b>
4.4.1	Hemoencephalographie	95
4.4.2	Funktionelle Magnetresonanztomographie	96
4.4.3	Fazit HEC und MRT	97
<b>4.5</b>	<b>Fazit Messmethoden</b>	<b>97</b>
<b>5</b>	<b>Messen von Flow mit EEG</b>	<b>98</b>
<b>5.1</b>	<b>"Buch"-Messung</b>	<b>98</b>
5.1.1	Setting der Messung	99
5.1.2	Resultat	99
<b>5.2</b>	<b>Spiel Algo</b>	<b>101</b>
5.2.1	Aufgabe/Ziele	101

5.2.2	Spielumgebung	102
5.2.3	Untersuchungsablauf	108
5.2.4	Resultate	111
5.2.5	Fazit Spiel Algo	114
<b>5.3</b>	<b>Spiel "Algo-Plus"</b>	<b>115</b>
5.3.1	Aufgabe/Ziele	115
5.3.2	Spielumgebung	116
5.3.3	Untersuchungsablauf	116
5.3.4	Resultate	118
5.3.5	Zusammenfassung Algo-Plus	123
<b>5.4</b>	<b>Spiel "E-T"</b>	<b>124</b>
5.4.1	Aufgabe/Ziele	124
5.4.2	Spielumgebung	124
5.4.3	Untersuchungsablauf	130
5.4.4	Resultate	131
5.4.5	Zusammenfassung E-T	132
5.4.6	Fazit Algo-Plus und E-T	133
<b>5.5</b>	<b>Spiel "E-T-Plus"</b>	<b>134</b>
5.5.1	Aufgabe/Ziele	134
5.5.2	Spielumgebung	135
5.5.3	Untersuchungsablauf	139
5.5.4	Resultate	140
5.5.5	Zusammenfassung E-T-Plus	143
<b>5.6</b>	<b>Spiel "RegEx"</b>	<b>144</b>
5.6.1	Aufgabe/Ziele	144
5.6.2	Spielumgebung	144
5.6.3	Untersuchungsablauf	146
5.6.4	Resultate	147
5.6.5	Zusammenfassung "RegEx"	148
5.6.6	Fazit E-T-Plus und RegEx	148
<b>5.7</b>	<b>Erkenntnissammlung der empirischen Erhebungen</b>	<b>149</b>
5.7.1	Lernspiele	149
5.7.2	Lernerfolg	149
5.7.3	EEG-Daten	149
5.7.4	Lokalisation von Hirnwellen	150
5.7.5	Wohlbefinden	150
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>151</b>
6.1	Projektergebnisse	151
6.2	Stand der Erkenntnisse	152
<b>7</b>	<b>Ausblick und weitere Schritte</b>	<b>153</b>
<b>8</b>	<b>Dank</b>	<b>155</b>
<b>9</b>	<b>Informationsquellen</b>	<b>156</b>
9.1	Printmedien und elektronische Quellen	156
9.2	Abbildungsverzeichnis	164

<b>9.3</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>169</b>
<b>9.4</b>	<b>Betreute Master-Arbeiten zum Thema</b>	<b>170</b>
<b>9.5</b>	<b>Interviewpartner</b>	<b>170</b>
<b>9.6</b>	<b>Konferenzen</b>	<b>171</b>
9.6.1	When Media Environments Become Real	171
9.6.2	The Concept of Flow: Toward a Scientific Integration	171
9.6.3	Motivationspsychologisches Kolloquium 2011	171
<b>10</b>	<b>Anhang</b>	<b>172</b>
<b>10.1</b>	<b>Zeitplan der Datenerhebung</b>	<b>172</b>
<b>10.2</b>	<b>Kennzahlen für Messdaten</b>	<b>173</b>
<b>10.3</b>	<b>Messdaten</b>	<b>174</b>
10.3.1	Daten der ersten Messung	174
10.3.2	Daten AlgoDat	180
10.3.3	Daten	181
10.3.4	Daten E-T-Plus und RegEx	183
<b>10.4</b>	<b>Flow Kurz Skala (FKS)</b>	<b>187</b>
<b>10.5</b>	<b>Konferenzunterlagen</b>	<b>188</b>
10.5.1	Konferenzunterlagen Bern	188
10.5.2	Konferenzunterlagen Braunschweig	192
10.5.3	Konferenzprogramm München	194
<b>11</b>	<b>Curriculum Vitae</b>	<b>196</b>

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 MOTIVATION UND BEGRÜNDUNG DER THEMENWAHL

Wenn man Personen beobachtet, die in einem interessanten Buch lesen, stellt man fest, dass sie so intensiv mit Lesen beschäftigt sind, dass sie die Umwelt um sich herum zum Teil gar nicht mehr richtig wahrnehmen. Sie tauchen völlig ein in den Leseprozess (also in die Geschichte, die sie gerade lesen).

Denselben Zustand entdeckt man auch bei anderen Tätigkeiten, beispielsweise bei Personen, die sich am Computer mit dem Lösen eines Problems auseinandersetzen. Sie tauchen völlig ein in die Tätigkeit, die sie gerade ausführen. Es handelt sich um einen sehr intensiven Zustand, der einen sehr hohen Fokus auf die gerade ausgeführte Tätigkeit mit sich bringt und zum Teil sogar als Glücksgefühl empfunden wird (Vollmeyer et al. 2007).

Dieser Zustand heisst **Flow**. Mihaly Csikszentmihalyi (gesprochen Tschiksentmihaj), der diesen Zustand zum ersten Mal 1975 festhielt (Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi 1975) wird vielerorts als Vater des Flow bezeichnet. Er spricht vom "völligen Aufgehen des Handelnden in seiner Aktivität" (Csikszentmihalyi und Aebli 2005), "dem holistischen<sup>1</sup> Gefühl des völligen Aufgehens in einer Tätigkeit" (Csikszentmihalyi 1999a, S. 58) und ergänzt die Beschreibung mit den Worten:

"Im Flow-Zustand folgt Handlung auf Handlung, und zwar nach einer inneren Logik, welche kein bewusstes Eingreifen von Seiten des Handelnden zu erfordern scheint. Er erlebt den Prozess als ‚einheitliches Fliesen‘ von einem Augenblick zum nächsten, wobei er Meister seines Handelns ist und kaum eine Trennung zwischen sich und der Umwelt, zwischen Stimulus und Reaktion oder zwischen Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft verspürt." (Csikszentmihalyi 1999a, S. 59)

Viele Menschen befinden sich sehr oft in diesem Zustand – und dies vor allem beim Arbeiten am Computer. Wenn eine anspruchsvolle Aufgabe zu lösen ist, und man sich gut auf diese Aufgabe konzentrieren kann, braucht es oft nur sehr kurze Zeit, um in den Flow zu gelangen. Beispielsweise beim Lösen von komplizierten Excel-Formeln, oder eben gerade beim Verfassen von Text. So vergisst der Verfasser einer Arbeit oft derart die Zeit, dass alles andere in den Hintergrund rückt – selbst Essen und Trinken.

---

<sup>1</sup> Holistisch: ganzheitlich -es Denken; -e Medizin (Dudenverlag 2010)



Da ich als Handelslehrer tätig bin, habe ich mir natürlich sofort die Frage gestellt, was dieser Zustand beim Lernen bewirken könnte. Beim Vermitteln von Wissen stehe ich sehr oft vor der Aufgabenstellung, eben diesen Zustand bei den Lernenden herbeizuführen. Um den vermittelten Stoff bei den Lernenden nachhaltig, also auch langfristig, zu verankern, ist es von Vorteil, eben diesen Zustand zu erreichen. Die tiefe Konzentration auf ein Thema im Zusammenhang mit dem Verlust des Zeitgefühls, der im Flow entsteht, lässt den Lernenden die Zeit völlig vergessen.

Wenn jemand in diesem Zustand an einer Aufgabenstellung arbeitet und die Aufgabe schlussendlich löst, hört man oft die Aussage: "Dä Zwänzger isch abä gheit". Auch hier stellt sich deutlich das oben beschriebene Glücksgefühl ein.

Eine wichtige Anforderung, um Lerninhalte vor allem bei erwachsenen Personen zu vermitteln, ist die Anpassung der Inhalte an die Fähigkeiten des Lernenden. Auch hier findet sich vor Ort eine Komponente des Flow-Erlebens, nämlich die Balance zwischen Anforderungen und Fähigkeiten. Der zu vermittelnde Stoff wird im Rahmen einer didaktischen Reduktion so weit vereinfacht, dass er auch für Personen ohne grosse Vorkenntnisse verständlich wird. Der Flow-Zustand entsteht eben genau durch den Ausgleich zwischen Fähigkeiten des Lernenden und Anforderungen des zu vermittelnden Stoffs.

Sollte es möglich sein, diesen Zustand beim Lernen zu fördern, könnte das Lernen damit sicherlich optimiert werden. Einerseits durch den Fokus auf den Lerngegenstand, andererseits durch die verbesserte Lernsituation (Glücksgefühl) beim Lernen, was auch für die Motivation förderlich ist.

Allgemein betrachtet, gibt es mannigfaltige Anwendungsbereiche, die durch Förderung von Flow verbessert werden können. Hier einige Beispiele dafür:

- Sportliche Tätigkeiten, die im Flow auch viel besser gelingen. Sportler sprechen hier sehr oft von der "Zone" in der sie sich gerade befinden (Stoll und Reinhardt 2010).
- Ausführen von motorischen Tätigkeiten verschiedenster Art, wie zum Beispiel Spielen eines Musikinstruments (Burzik 2010).
- Marketing (Man stelle sich vor, wie es wäre, wenn es gelänge, Kunden während des Kaufaktes in den Flow zu belegen. Sie würden das Einkaufen viel mehr geniessen und obendrein die Zeit dabei vergessen.) (Hoffman und Novak 1996a).
- Verbesserung der Servicequalität durch Begünstigung von Flow.
- Beim Klettern zum Beispiel, spielt der Fokus auf die auszuübende Tätigkeit eine zentrale Rolle. Das Eintauchen in die Tätigkeit bringt eine sehr hohe Konzentration mit sich (Delle Fave 2003, Csikszentmihalyi 1999b).

Es gibt sogar Menschen, die sich bei der "Jagd nach dem Glück" am Flow orientieren (beschrieben in (Hartmann et al. 2008)), wobei zu erwähnen ist, dass Flow nicht immer mit Glück in Verbindung gebracht werden kann.

Mögliche Bereiche in der Informatik sind:

- Lernen am Computer (Game Based Learning)
- Anwendung von Computerprogrammen
- Lösen von Aufgabenstellungen am Computer
- Verbesserung von Homepages (Lock-in- Effekt)
- High performance Training (Wise 2004)
- Spass und Softwareentwicklung (Luthiger 2003)

Es existieren bereits Methoden, Flow zu messen. Die bekanntesten darunter sind die Flow-Kurzskala (FKS) (Rheinberg et al. 2003) und die ESM-Methode nach Csikszentmihalyi, die weiterentwickelt wurde durch Prof. Schallberger (Schallberger 2000).

Der Nachteil dieser Methoden liegt darin, dass die Testperson bei der Befragung aus dem Flow gerissen wird. Zudem können mit den bestehenden Methoden nur grobe Zeitabschnitte gemessen werden. Zur Verbesserung von Lerneinheiten am Computer ist es aber unbedingt erforderlich, Flow in möglichst kleinen Zeitabschnitten messen zu können.

Sollte es möglich sein, diesen Zustand durch Messen von psychologischen Faktoren sichtbar zu machen, müssten die Testpersonen zur Befragung nicht aus dem Flow-Zustand herausgerissen werden und die Auswertung könnte in kürzeren Zeitabschnitten gemacht werden, beispielsweise mit einer roten Lampe, die jedes Mal aufleuchtet, wenn sich die lernende Person im Flow-Zustand befindet. Durch die Sichtbarmachung des Flows könnte Flow auch gezielt begünstigt werden.

## 1.2 ZIELE

Wie bereits in der Zusammenfassung beschrieben, galt es zuerst ein Spiel zu entwickeln, mit dessen Hilfe Spielende in den Flow gebracht werden konnten.

Parallel dazu sollten verschiedene Messmethoden auf ihre Anwendbarkeit zur Messung von Flow überprüft werden, um bei den Personen, die im Flow waren, Körpersignale messen zu können. Diese Signale sollten Rückschlüsse auf Flow zulassen.

Die aufgezeichneten Messdaten sollten auf Grund der Flow-Kurzskala von Professor Rheinberg mit den gemessenen Flow-Werten verglichen werden. Die Flow-Kurzskala bot also die Basis für den Nachweis von Flow.

Um in einer vernünftigen Zeit an möglichst umfangreiche Daten zu kommen, sollten innerhalb dieses Forschungsprojekts Diplom- und Bachelorarbeiten vergeben werden, in denen Teilaufgaben bearbeitet werden konnten.

## 1.3 AUFBAU DER ARBEIT

Nach der Einleitung folgt in den Kapiteln 2 bis 4 die Darstellung des relevanten Theoriehintergrunds. Begonnen mit den Grundlagen zum Flow über den Zusammenhang zwischen Flow und Computerspielen bis zu den Messmethoden, die in Frage kamen. Da in den Untersuchungen vor allem mit Elektroenzephalogramm gearbeitet wurde, soll diese Messmethode etwas detaillierter vorgestellt werden als die anderen Messmethoden.

Im Teil "Messen von Flow mit EEG" werden die verschiedenen Teilprojekte einzeln beschrieben und deren Forschungsergebnisse beleuchtet. Die Erkenntnisse der einzelnen Projektphasen ergeben die Ausgangslage für die nachfolgenden Messungen und bilden so einen Aufbau der gesamten Messreihe.

Die einzelnen Teilprojekte werden aus Gründen der Übersichtlichkeit zusammengefasst dargestellt. Der Fokus liegt auf den gewonnenen Erkenntnissen. Die erhobenen Daten sind im Anhang ab Kapitel 10.3 auf den Seiten 174ff. abgebildet.

Am Schluss folgt eine Sammlung sämtlicher Forschungsergebnisse und deren Zusammenfassung inklusive Bezug zur aktuellen Situation der Flow-Forschung. Mit dem Ausblick werden schliesslich noch mögliche Anschlussprojekte aufgezeigt, denen die gewonnenen Erkenntnisse als Basis dienen können.

## 2 GRUNDLAGEN VON FLOW

Die Definition für Flow wird in Wikipedia wie folgt beschrieben:

*"Flow ([engl.](#) fließen, rinnen, strömen) bedeutet das Gefühl des völligen Aufgehens in einer Tätigkeit, auf Deutsch in etwa Schaffens- oder Tätigkeitsrausch, Funktionslust: unüberspannt, wenn der Wille zentriert ist - Konzentration, ohne erzwingen zu wollen" (Wikidedia 2010).*

Die "Urväter" des Flow definierten diesen Zustand wie folgt:

- "Im Flow-Zustand folgt Handlung auf Handlung, [...] welche kein bewusstes Eingreifen von Seiten des Handelnden zu erfordern scheint. Er erlebt den Prozess als ein einheitliches 'Fließen' [...] kaum eine Trennung zwischen sich und der Umwelt [wahrnehmend]." (Csikszentmihalyi, 1985, 59)
- "Gemeint ist der Zustand des reflexionsfreien Aufgehens in glatt laufenden Tätigkeiten." (Rheinberg, 1997, 142)
- Flow-Erleben ist ein "holistisches, d.h. mehrere Komponenten umfassendes Gefühl des völligen Aufgehens in einer Tätigkeit. Das Handeln wird als einheitliches 'Fließen' von einem Augenblick zum nächsten erlebt." (Csikszentmihalyi und Schiefele 1993, S. 209)

Wer diesen mentalen Zustand kennt, schätzt ihn, um nicht zu sagen wünscht sich, dass er wieder in diesen Zustand kommt. Es gibt eine ganze Reihe von Forschern, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen. Nicht zuletzt, weil es mehr und mehr an Bedeutung gewinnt. War es am Anfang so, dass sich die Untersuchungen im Zusammenhang mit Flow vor allem um das Empfinden von grosser Freude drehten, gibt es heute sehr viele verschiedene Forschungsbereiche, in denen Flow untersucht wird, und das nicht nur im psychologischen Bereich.

Spricht man mit Personen, die sich im Flow befanden, hört man Aussagen, wie zum Beispiel:

- "Das Wichtigste ist, sobald ich darauf sitze, ist alles weg – keine Probleme mit der Firma, den Kindern, nur fahren, fahren, fahren."
- "Abschalten: Man hat keinen anderen Gedanken im Kopf, ganz in der Tätigkeit aufgehen."
- "Abschalten, Abbau innerer Spannungen, Ausgeglichenheit, Zufriedenheit."
- "Störendes fällt weg: Wenn ich Musik mache, bin ich voll auf das, was ich spiele, konzentriert. Störende Gedanken, die Umwelt, ja sogar Schmerzen

nehme ich nicht mehr wahr. Das ist ein angenehmer Zustand." (Rheinberg 2002).

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, handelt es sich beim Flow um einen sehr intensiven mentalen Zustand. Man geht völlig auf in der Tätigkeit und ist aus diesem Grunde völlig reflexionsfrei. In diesem Zustand folgt Handlung auf Handlungen nach einer inneren Logik, welche kein bewusstes Eingreifen vom Handelnden erfordert.

Flow ist ja per Definition ein Effekt, bei dem die entsprechende Tätigkeit gerne immer wieder und über längere Zeit ausgeführt wird (Wirth 2005, S. 2).

## 2.1 FLOW-FAKTOREN

Csikszentmihalyi hat in seinem Werk "Flow im Beruf" (Csikszentmihalyi 2004, S. 63ff.) acht Punkte beschrieben, die relevant sind für Flow:

1. Die Ziele sind klar.
2. Die Rückmeldung kommt sofort.
3. Handlungsmöglichkeiten und Fähigkeiten entsprechen einander.
4. Die Konzentration steigt.
5. Was zählt, ist die Gegenwart.
6. Die Situation wird beherrscht.
7. Das Zeitgefühl verändert sich.
8. Das Ich-Bewusstsein setzt aus.

Er nennt den Flow die **autotelische Erfahrung**. Autotelisch kommt vom griechischen "auto" = selbst und "telos" = Ziel; das bedeutet so viel wie Selbstzweck.

Grundsätzlich bedeutet Flow, dass die Zielsetzung in einer Handlung selbst liegt, nicht in deren Ergebnis, womit ein neunter Punkt ergänzt werden kann:

9. Aktivität ist "autotelisch", das heisst, die Zielsetzung liegt in der Aktivität selbst.

Anlässlich des Interviews mit Herrn Prof. Schallberger, erwähnte er die zentrale Rolle des "Eintauchens in die Tätigkeit". (Schallberger 2007).

Nachfolgend sollen die einzelnen Kriterien, die Flow herbeiführen, einzeln erklärt werden. Dabei wird unterschieden in notwendige Voraussetzungen und in weitere Faktoren. Die notwendigen Voraussetzungen müssen vorhanden sein, um Flow zu erleben. Die weiteren Faktoren zeigen auf, wie Flow erlebt wird, respektive was Flow zusätzlich begünstigt.

### 2.1.1 NOTWENDIGE VORAUSSETZUNGEN

Bei den notwendigen Voraussetzungen werden Faktoren genannt, ohne die Flow erst gar nicht eintreten kann. Es handelt sich also um zentrale Kernelemente des Flow-Erlebens.

Grundsätzlich sind alle Kriterien gleich wichtig, ich werde aber die Passung zwischen Handlungsmöglichkeiten und Fähigkeiten zuerst beschreiben, da diese aus meiner Sicht eine sehr dominante Rolle spielen.

#### 2.1.1.1 HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN UND FÄHIGKEITEN ENTSPRECHEN EINANDER

Die erste Voraussetzung befasst sich mit der Balance zwischen Anforderungen und Fähigkeiten. Nur wenn jemand optimal gefordert ist, wenn also seine Fähigkeiten den Anforderungen der gestellten Aufgabe entsprechen, kann er in den Flow kommen. Man spricht in diesem Zusammenhang von Flow-Kanal.



Abbildung 1: Das Diagonalmodell (Csikszentmihalyi 1999a, S. 75)

Sind für eine Person die Anforderungen grösser als seine Fähigkeiten, ist sie überfordert und kann nicht im Flow bleiben. Sind die Fähigkeiten grösser als die Anforderungen, ist sie unterfordert und ebenfalls nicht im Flow. Die ausführliche Erklärung zur Grafik befindet sich im Kapitel 2.2.1 auf der Seite 22.

### 2.1.1.2 KLARE ZIELSETZUNG

"Der Langsamste, der sein Ziel nicht aus den Augen verliert, geht noch immer geschwinder, als jener, der ohne Ziel umherirrt."<sup>2</sup> (Gotthold Ephraim Lessing)

Es braucht ein Ziel, damit man überhaupt weiss, was zu tun ist. Zuerst einmal sollte ein Grobziel vorhanden sein, damit klar ist, in welche Richtung man losgehen soll. Dieses Ziel ist meistens von aussen vorgegeben. Ziele sollten operationalisierbar<sup>3</sup>, messbar und erreichbar sein. Sie dürfen auch nicht zu trivial sein (Csikszentmihalyi 2005, S. 81). Der wichtige Teil der Zielsetzung kommt aber erst dann, wenn die Person sich in Richtung dieses Ziels aufmacht, nämlich dann, wenn sie sich selber kleinere Etappenziele setzt. Ziele, die selber gesetzt werden, motivieren auch viel mehr, als Ziele, die von aussen vorgegeben werden. Der Fokus auf die kleineren Etappenziele bringt auch automatisch eine Konzentration auf den jetzigen Moment, womit man jeden Augenblick genau weiss, was zu tun ist.

Csikszentmihalyi beschreibt dies am Beispiel eines Bergsteigers:

*"Was beispielsweise die Aufmerksamkeit des Kletterers gefangen nimmt, ist nicht das Endziel – das Erreichen des Gipfels –, sondern die unmittelbar anstehende Aufgabe, die nächste Bewegung auszuführen, ohne dabei abzustürzen."* (Csikszentmihalyi 2004, S. 63)

### 2.1.1.3 DIE RÜCKMELDUNG KOMMT SOFORT

Um eine Person längere Zeit im Flow-Zustand zu halten, ist es unerlässlich, ihr regelmässig ausreichendes Feedback zu geben. Eine wichtige Komponente des Flow-Erlebens entsteht zu einem grossen Teil durch die Überzeugung, dass das, was man tut, wichtig ist und Konsequenzen hat (Csikszentmihalyi 2004, S. 64); deshalb braucht es unbedingt Rückmeldungen, die einem aufzeigen, ob man noch auf dem richtigen Weg ist. Die Reaktion auf das Feedback erfolgt unmittelbar und der Flow-Zustand wird dafür nicht verlassen. Dies zeigt der Person, dass sie auf dem richtigen Weg und somit auch Herr der Situation ist (Csikszentmihalyi 1999a, S. 72). (Auch beschrieben unter "Die Beherrschung der Situation" Absatz 2.1.2.3.) Je nachdem, was für eine Tätigkeit ausgeführt wird, muss das Feedback "künstlich" von aussen eingegeben werden. Bei anderen Tätigkeiten, wie zum Beispiel beim Musizieren, ist dies nicht nötig, da ein

---

<sup>2</sup> Gotthold Ephraim Lessing, 22.01.1729-15.02.1781, Dichter, Literaturtheoretiker und -kritiker ([http://zitate.net/zitat\\_3703.html](http://zitate.net/zitat_3703.html))

<sup>3</sup> Operationalisieren: (Lernziele) in Verhaltensänderungen der Lernenden ... DUDENVERLAG (2010) Duden - Das Fremdwörterbuch. *Office-Bibliothek*. Mannheim, Bibliographisches Institut GmbH.

Falschton sofort wahrgenommen wird. Das Feedback ist klar und eindeutig und geschieht durch die Tätigkeit selber.

Je klarer das Feedback, desto einfacher stellt sich auch ein Erfolgserlebnis ein. Beim Zusammenbauen eines Computers beispielsweise bekommt man kleinere Rückmeldungen, ob die einzelnen Bauteile ineinander passen oder nicht. Schaltet man den Computer anschliessend ein, sieht man eindeutig, ob er läuft oder nicht. Auch der Chirurg erhält durch die Tatsache, ob nach der Operation Blut aus der Wunde tritt oder nicht, ein Feedback (Csikszentmihalyi 2005, S. 83).

### *2.1.2 WEITERE FAKTOREN*

Eigentlich geht es bei den nachfolgenden Punkten darum, wie der Flow-Zustand erlebt wird. Das Vorhandensein der Bedingungen, die nachfolgend beschrieben werden, sind Hinweise darauf, dass man sich im Flow-Zustand befindet.

Es handelt sich aber nicht nur um eine **Folge** des Flow-Zustands, sondern gibt uns auch Hinweise darauf, wie der Flow-Zustand begünstigt werden kann.

#### *2.1.2.1 DIE KONZENTRATION STEIGT*

Meistens ist die Konzentration nicht nur auf eine Sache gerichtet. Man hat tausend Dinge im Kopf und versucht alle gleichzeitig zu erledigen. So passiert es auch sehr oft, dass man gar nicht mehr richtig weiss, was man eben gerade gemacht hat. Man läuft an einen Ort, um etwas zu holen. Dort angekommen, weiss man aber nicht mehr, was man eigentlich holen wollte.

Um in den Flow-Zustand zu gelangen, braucht es die Konzentration auf eine Sache. Nun gibt es Menschen, die, genetisch bedingt, ihr Bewusstsein besser steuern können als andere. Solche Personen haben es leichter, sich zu konzentrieren und kommen somit auch viel leichter in den Flow. Begünstigen kann man die Konzentration, indem unwichtige Informationsquellen herunterfahren werden und damit die geistige Aktivität voll und ganz auf eine Sache fokussiert werden kann (Csikszentmihalyi 2005, S. 122-123)

#### *2.1.2.2 WAS ZÄHLT, IST DIE GEGENWART*

Im Flow-Zustand ist die Aufmerksamkeit vollkommen fokussiert. Die psychische Energie des Bewusstseins ist voll und ganz auf eine Tätigkeit ausgerichtet. Csikszentmihalyi beschreibt diesen Zustand in seinem Buch wie folgt:

"Wenn das Spiel mich packt, höre ich sozusagen nichts mehr – die Welt scheint von mir abgeschnitten und es gibt nur das Spiel als Gegenstand meines Denkens." (Csikszentmihalyi 1999a, S. 64)



Wie bereits im Punkt 2.1.1.2 "Klare Zielsetzung" erwähnt, wird der Fokus nach einem ersten Überblick und Zielsetzung für das gesamte Projekt auf das einzelne Teilziel gerichtet.

Oliver Stoll beschrieb dies in seinem Vortrag vom 28. Februar 2010 anlässlich der Veranstaltung "The Concept of Flow: Toward a Scientific Integration" am Beispiel des Tennisspielers, der seine volle Aufmerksamkeit auf den gerade gespielten Schlag setzt. Wenn er den Ball zurück ins gegnerische Feld schlägt, denkt er nicht darüber nach, was er beim übernächsten Schlag machen wird, sondern er fokussiert seine gesamte Aufmerksamkeit auf den jetzigen Schlag und kann somit diesen Schlag mit einer sehr hohen Perfektion ausführen (Stoll und Reinhardt 2010).

Durch diesen vollständigen Fokus auf das "Jetzt" ist es auch möglich, voll in die Tätigkeit einzutauchen, wie unter Punkt 2.1.2.5 noch näher beschrieben wird.

### *2.1.2.3 DIE BEHERRSCHUNG DER SITUATION*

Ist man im Flow-Zustand, stellt sich ein verstärktes Gefühl von Kontrolle über die eigenen Handlungen ein. Man hat das Gefühl, die Situation zu beherrschen.

Im Alltag geschieht es jedoch oft, dass man das Gefühl hat, verschiedene Faktoren nicht kontrollieren zu können. In der Sphäre der Flow auslösenden Aktivität hingegen haben wir die Situation "im Griff". Vereinzelt wird dieses Gefühls sogar so stark, dass man nicht nur die eigene Situation beherrscht, sondern das Gefühl hat, auch andere Mitmenschen kontrollieren zu können.

Diese Form von Beherrschung der Situation hat allerdings nichts zu tun mit zwanghaftem Beherrschen oder scharfem Aufpassen. Sie hat nichts Zwanghaftes an sich. Es wird viel mehr assoziiert mit einer sorgenfreien Kontrolle über Handlungen, die dazu führt, dass man losgelöst und angstfrei ist. Oft reicht es sogar, unterbewusst das Gefühl zu haben, einschreiten zu können (Csikszentmihalyi 1999a, S. 69).

Ist man, begleitend zur Beherrschung der Situation, auch noch optimal beansprucht, passen die Anforderungen auf hohem Niveau zu den Fähigkeiten, was den Flow-Zustand zusätzlich unterstützt (wie bereits beschrieben unter 2.1.1.1).

### *2.1.2.4 DAS ZEITGEFÜHL VERÄNDERT SICH*

Verändertes Zeitgefühl ist wohl eines der offensichtlichsten Kriterien, die im Zusammenhang mit Flow genannt werden. Das veränderte Zeitgefühl manifestiert sich sehr schön, wenn man zum Essen gerufen wird, während man noch am Computer sitzt. Die Idee, nun noch kurz etwas zu Ende zu machen, kann dazu führen, dass das Essen kalt ist, bis man bemerkt, wie viel Zeit vergangen ist. Die

Wahrnehmung der Zeit ist derart verschoben, dass Stunden als Minuten empfunden werden.

Das kommt daher, dass man im Flow-Zustand derart in die Tätigkeit eintaucht, dass man die Zeit völlig vergisst. Das Verstreichen der Zeit wird jetzt nicht mehr richtig wahrgenommen. Unter Umständen kann auch genau das Gegenteil passieren, indem Tätigkeiten die nur Sekunden dauern, minutenlang erscheinen (Csikszentmihalyi 2005, S. 96).

#### 2.1.2.5 DAS AUSSETZEN DES ICH-BEWUSSTSEINS

Durch das Eintauchen in eine Tätigkeit verschmelzen Handlung und Bewusstsein. Man ist sich seiner Handlungen zwar bewusst, aber nicht mehr seiner selbst. Somit gibt es keine dualistische Perspektive mehr (Csikszentmihalyi 1999a, S. 61). Die Handlung, die ausgeführt wird, geschieht fast automatisch, und es wird nicht mehr darüber nachgedacht, wie vorgegangen werden soll. Man verliert die Aussensicht gänzlich und ist nicht in der Lage zu reflektieren.

*"Was gewöhnlich im Flow verloren geht, ist nicht die Bewusstheit des eigenen Körpers oder der Körperfunktionen, sondern lediglich das Selbst-Konstrukt, die vermittelnde Grösse, welche wir zwischen Stimulus und Reaktion einzuschieben lernen."* (Csikszentmihalyi 1999a, S. 67)

Die Aktivität wird als einziges Fliessen wahrgenommen, was schlussendlich auch namensgebend für diesen mentalen Zustand, den "Flow", war.

Wird die Aufmerksamkeit geteilt, nimmt man wieder die äussere Perspektive ein und der Flow-Zustand wird unterbrochen. Solche Unterbrüche passieren recht häufig, weshalb die Flow-Phasen üblicherweise nur sehr kurz andauern. Sie werden immer wieder abgelöst durch Zwischenphasen, in denen die äussere Perspektive im Zentrum steht (Csikszentmihalyi 1999a, S. 61).

Durch den intensiven Flow-Zustand gibt es für das Selbst<sup>4</sup> nur wenig Möglichkeiten, sich bedroht zu fühlen, was das völlige Eintauchen in die Tätigkeit noch weiter begünstigt.

---

<sup>4</sup> Das Selbst (Mead), bzw. das Ego (Freud) ist als innerpsychischer Mechanismus zu verstehen, welchen zwischen den Bedürfnissen einer Person und den von aussen verlangten sozialen Erwartungen vermittelt. Es vereinbart auch Handlungen eines Menschen mit denen von anderen. BERGER, P. L. & LUCKMANN, T. (1967) <<The>> *social construction of reality*, London, Allen Lane The Pinguin Press. Siehe auch RICHARTZ, C. (2006) Lernen und Flow. *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.

Die Abwesenheit des Selbst bedeutet nicht, dass jemand die Kontrolle über seine psychische Energie aufgibt oder nicht mehr wahrnimmt, was eigentlich vorgeht. Tatsächlich spielt das Selbst in diesem Zustand eine sehr aktive Rolle, indem es sich derart auf die Tätigkeit im Flow fokussiert, dass es selber in den Hintergrund gelangt.

#### *2.1.2.6 INTRINSISCHE MOTIVATION*

Menschen, die intrinsisch motiviert sind, sehen den Anreiz für die Aktivität nicht in der Ergebnisfolge, sondern in der Aktivität selbst (Deci 2003). Im Gegensatz zur extrinsischen Motivation, wo ein äusserer Anreiz, wie zum Beispiel Geld, mehr Ansehen, oder auch Zwang der Anreiz ist, führen Personen, die intrinsisch motiviert sind, einen enormen Energieaufwand aus, obwohl sie am Ende eventuell nur wenig oder gar keine Belohnung dafür erhalten (Csikszentmihalyi 1999a, S. 30).

Die intrinsische Motivation ist für den Flow-Zustand sehr wichtig. Sie führt dazu, dass die Tätigkeit als angenehm empfunden wird und Personen, die sich im Flow befinden, sehr zufrieden sind.

Intrinsische und extrinsische Motivation schliessen einander aber nicht aus (Csikszentmihalyi 1999a, S. 43). Es kann durchaus vorkommen, dass die Motivation zu einer Tätigkeit extrinsisch beginnt und anschliessend in eine intrinsische Motivation mündet. Wenn zum Beispiel ein Bericht für eine getane Arbeit zu verfassen ist, beginnt die Tätigkeit meist durch eine extrinsische Motivation, nämlich Zwang. Ist man jedoch am Schreiben des Berichts, wandelt sich die Motivation meist in eine intrinsische – spätestens dann, wenn man beim Schreiben in den Flow kommt. Csikszentmihalyi erwähnt das Beispiel einer Arbeit, die zwar erst extrinsisch motiviert ausgeführt wird, dann aber als lohnenswert empfunden wird, wodurch sich eine intrinsische Motivation einstellt (Csikszentmihalyi 2005, S. 98).

In der Personalpsychologie spricht man davon, intrinsische Motivation zu erhöhen, indem man den Mitarbeitern positives Feedback gibt, welches den Informationsaspekt in den Vordergrund stellt (Schuler 2001). Dies stellt einen direkten Zusammenhang zu Punkt 2.1.1.3 "Die Rückmeldung kommt sofort" her.

#### *2.1.2.7 AUTOTELISCHE PERSÖNLICHKEIT*

Ein weiterer Faktor, der den Flow positiv beeinflussen kann, ist die Möglichkeit einer Person, in die aktuelle Tätigkeit eintauchen zu können. Csikszentmihalyi spricht von der autotelischen Persönlichkeitsvariablen. Diese Variable gibt an, inwiefern eine Person die Möglichkeit hat, bei einer Tätigkeit Freude zu erleben (Csikszentmihalyi 1999a, S. 44). Der Begriff autotelisch wurde bereits unter Punkt 2.1 beschrieben.

Eine Person, die ein autotelisches Selbst besitzt, langweilt sich gemäss seinen Ausführungen nie. So einer Person gelingt es, potenzielle Bedrohungen in positive Herausforderungen zu verwandeln. Dadurch sieht sie sich auch in stressigen Situationen nicht bedroht (Csikszentmihalyi 2005, S. 129). In einer Untersuchung mit amerikanischen Jugendlichen fand Csikszentmihalyi heraus, dass sich Personen mit einem autotelischen Selbst mehr mit aktiv und geistig fördernden Aktivitäten aufhalten, als weniger autotelische Gleichaltrige (Csikszentmihalyi 1997, S. 157).

Ein autotelisches Selbst wird am deutlichsten sichtbar in Extremsituationen.

*"In der Antarktis verloren oder in eine Gefängniszelle eingesperrt, gelingt es einigen Menschen, ihre schrecklichen Bedingungen in einen machbaren und sogar erfreulichen Kampf zu verwandeln, während viele andere daran zerbrechen würden." (Csikszentmihalyi 2005, S. 126)*

#### 2.1.2.8 UMFELD

Nicht zu vergessen ist ein natürliches Umfeld, in dem man den Flow-Zustand erlebt. Obwohl man in diesem Zustand sehr resistent ist für Störungen von ausserhalb, dürfen die Umweltfaktoren nicht vernachlässigt werden, denn sie können den Einstieg in den Flow-Zustand erheblich erleichtern. So sollten beispielsweise gute Voraussetzungen geschaffen werden, um sich optimal konzentrieren zu können (Csikszentmihalyi 1999a, S. 64). So wird beispielsweise einem Lernenden empfohlen, sich für die Arbeit zuhause einen Schreibtisch in einem ruhigen Zimmer einzurichten, um so eine optimale Umgebung für das Lernen herzustellen (Schräder-Naef 1995, S. 104).

Ein weiterer Faktor, der in diesem Kontext zu nennen wäre, ist das Thema Energiekompetenz. So ist es beispielsweise von Vorteil, sich die richtige Zeit auszusuchen für eine Tätigkeit, die viel Energie beansprucht (Steiner 2005). Jeder Mensch hat seinen eigenen Energieverlauf während eines Tages.

Wenn Rahmenbedingungen für eine optimale Situation in Betracht gezogen werden, kommt normalerweise sofort auch das Thema Musik ins Spiel. Ob der Einsatz von begleitender Musik sinnvoll ist, hängt bestimmt von der jeweiligen Situation ab. Um beispielsweise ein Bild zu malen oder eine ähnliche künstlerische Aktivität zu vollziehen, kann sich begleitende Musik bestimmt positiv auswirken. Muss jedoch ein Text auswendig gelernt werden, oder müssen Vokabeln gelernt werden, ist begleitende Musik wohl eher störend. Obwohl viele Menschen das Gefühl haben, mit Musik besser lernen zu können, zeigen empirische Untersuchungen, dass die Konzentration durch die Musik gestört wird.

Je nach Tätigkeit kann es auch erforderlich sein, dass man dafür sorgt, nicht unterbrochen zu werden. Dies betrifft vor allem Tätigkeiten, die an einem Stück ausgeführt werden müssen. Bei anderen Tätigkeiten, die in kleinen Teilabschnitten ausgeführt werden können, spielt dies eine untergeordnete Rolle.

So ist es wichtig, herauszufinden, welche Rahmenbedingungen für die Tätigkeit eingehalten werden müssen und dafür zu sorgen, dass diese bereits im Vorfeld sichergestellt werden.

## 2.2 FLOW-MODELLE

Wie bereits unter 2.1.1.1 beschrieben, ist einer der Hauptfaktoren für das Entstehen des Flows die Balance zwischen Anforderungen und Tätigkeiten. Diesen Zusammenhang hat Csikszentmihalyi 1975 in seinem Werk "Beyond boredom and anxiety" (Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi 1975, S. 75) sehr übersichtlich dargestellt. Zur Verfeinerung und in Anlehnung an das Grundmodell folgten daraus das Quadranten-Modell und das Oktanten-Modell. Nachfolgend sollen die verschiedenen Modelle beschrieben und einander gegenübergestellt werden.

### 2.2.1 DIAGONALMODELL/DER FLOW-KANAL

Das Grundmodell, auch das Diagonalmodell genannt, war der erste Versuch, den Flow-Zustand grafisch darzustellen. Es zeigt auf der X-Achse die Fähigkeiten, die in Bezug zur Y-Achse, den Anforderungen gegenübergestellt werden. Liegt eine optimale Passung zwischen Anforderungen und Fähigkeiten vor, entsteht in der Diagonale der sogenannte "Flow-Kanal". Innerhalb dieses Kanals befindet man sich im Flow. Die Grafik unterliegt einer subjektiven Bewertung der Situation, wodurch die Werte sehr individuell sind. Je nach Person und aktueller Bewertung ist die Position auf der Grafik anders. Deshalb gibt es auf dieser Grafik keine absoluten Grenzwerte, das heisst, die Breite des Kanals ist nicht fix definiert (Csikszentmihalyi 1999a, S. 76).



Abbildung 2: Das Diagonalmodell (Csikszentmihalyi 1999a, S. 75)

Sind die Anforderungen höher als die Fähigkeiten, befindet man sich links von der Diagonale. Man ist überfordert mit der Situation und macht sich Sorgen. Bei einer starken Überforderung kann sich sogar Angst einstellen.

Sind die Fähigkeiten höher als die Anforderungen, befindet man sich rechts von der Diagonale. Man ist unterfordert mit der Situation, was sich meist in Langeweile auswirkt. Auch dieser Zustand kann sich bis zur Angst steigern.

Abbildung 3 zeigt auf, wie jemand wegen Unterforderung oder Überforderung aus der Flow-Zone herausfällt.

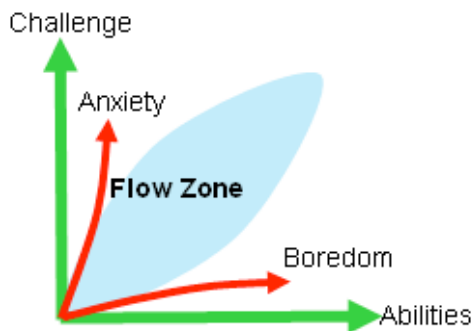


Abbildung 3: Austritt aus der Flow-Zone (Chen 2006)

### 2.2.2 DAS ANGEPASSTE GRUNDMODELL

In einem späteren Werk zeigt Csikszentmihalyi ein angepasstes Ursprungsmodell, in dem eine Unterscheidung gemacht wird zwischen unterdurchschnittlichen oder überdurchschnittlichen Anforderungen und Können. In dieser Grafik wird der Flow-Kanal im unterdurchschnittlichen Bereich von Anforderungen und Können gestrichelt dargestellt (siehe Abbildung 4). Die Darstellung setzt voraus, dass Flow erst ab einer bestimmten Höhe der Passung stattfindet. Dieses Modell wird durch die These von Micro-Flow/Macro-Flow im Absatz 2.3.3, Seite 31, optimal ergänzt.

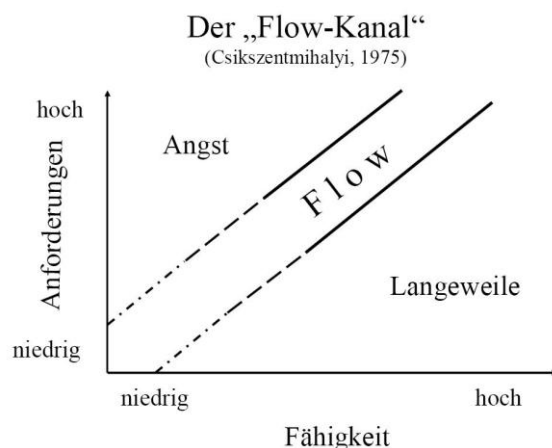


Abbildung 4: Flow-Kanal (Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi 1975)

### 2.2.3 ENTWICKLUNG INNERHALB DES MODELLS

Die nächste Grafik visualisiert die Entwicklung von einem Punkt innerhalb des Flow-Kanals zum nächsten. Diese Veränderung geschieht nämlich nicht diago-

nal, da sich Fähigkeiten und Anforderungen nicht im gleichen Masse kontinuierlich verändern.

Bei der Ausgangssituation unter Punkt A ist eine optimale Passung zwischen Fähigkeiten und Anforderungen vorhanden. Damit während den Übungen nach einer Weile die Fähigkeit steigt, bewegt man sich nach Punkt B. Bei Punkt B ist man nicht mehr im Flow-Kanal und damit wird es nötig, die Anforderungen anzuhoben. So bewegt man sich Richtung Punkt C und kommt damit wieder in den Flow-Kanal auf einer höheren Komplexitätsstufe. Durch die Übungen auf diesem Anforderungsniveau bewegt man sich horizontal weiter Richtung Punkt D, womit man sich wiederum aus der Flow-Zone heraus bewegen würde. Also werden die Anforderungen wieder angehoben, womit man sich wieder vertikal Richtung Punkt E, zurück in die Flow-Zone, bewegt. So werden Stufe für Stufe mit erhöhten Fähigkeiten auch die Anforderungen angehoben, um im Flow-Zustand zu bleiben (Csikszentmihalyi 2004).

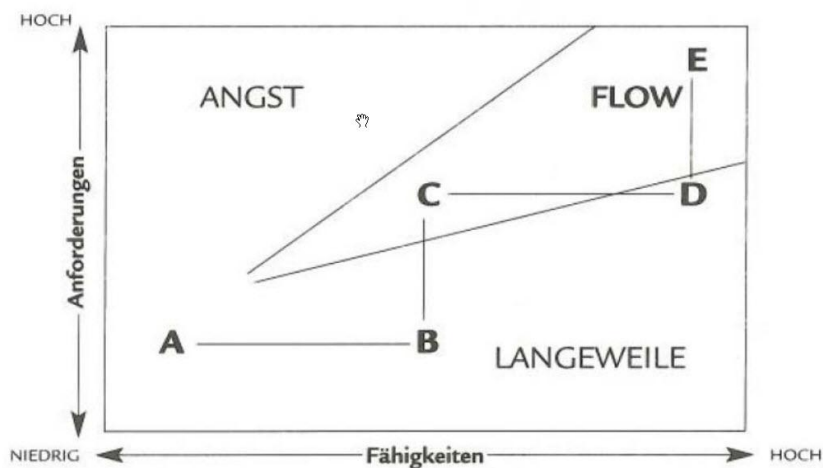


Abbildung 5: Flow im Beruf (Csikszentmihalyi 2004, S. 93)

In der Abbildung 6 sieht man, wie sich eine Person innerhalb der Flow-Zone Richtung höhere Anforderungen und höhere Fähigkeiten entwickeln kann.

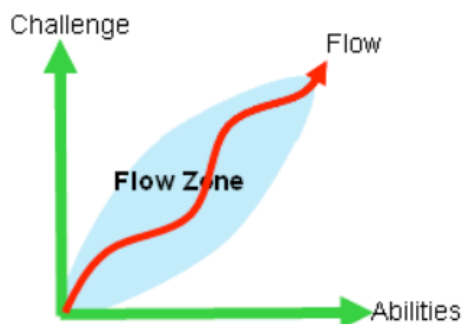


Abbildung 6: Aufstieg innerhalb der Flow-Zone (Chen 2006)



#### 2.2.4 VERSCHIEDENE FÄHIGKEITSSTUFEN/VERSCHIEDENE KANÄLE

In der Ausgangssituation, unter Titel 2.2.1, zeigte sich die Flow-Zone in einer Diagonale zwischen Anforderungen und Fähigkeiten.

Vergleicht man den Flow-Kanal verschiedener Personen miteinander, stellt man fest, dass sich der Kanal nicht unbedingt als Diagonale abzeichnen muss.

Abbildung 3 zeigt, dass es vergleichsweise unterschiedliche Flow-Kanäle gibt. Dies zeigt sich, wenn man verschiedene Personen mit unterschiedlichen Fähigkeiten in einer Grafik darstellt.

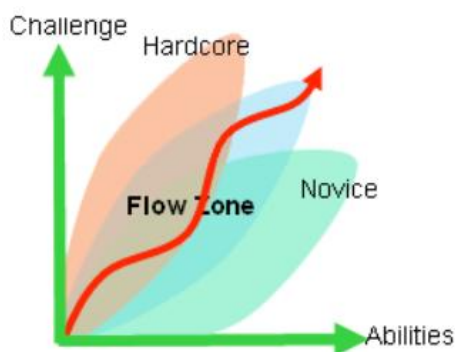


Abbildung 7: Flow-Kanäle (Chen 2006)

#### 2.2.5 DAS QUADRANTEN-MODELL

Eine weitere Verfeinerung gegenüber dem angepassten Grundmodell aus 2.2.2 bietet das Quadranten-Modell.

Nachdem das angepasste Grundmodell bereits eine Unterscheidung zwischen unter- und überdurchschnittlichen Anforderungen gemacht hat (2.2.2), bietet das Quadranten-Modell eine weitere Verfeinerung gegenüber dem Grundmodell.

Es beinhaltet die vier wichtigsten Dimensionen zur Unterscheidung des Flow-Zustandes. Es wird unterschieden zwischen Flow, Angst, Entspannung und Apathie, respektive Langeweile. So fällt die persönliche Einschätzung leichter; man muss sich jetzt nur noch zwischen vier verschiedenen Zuständen entscheiden.

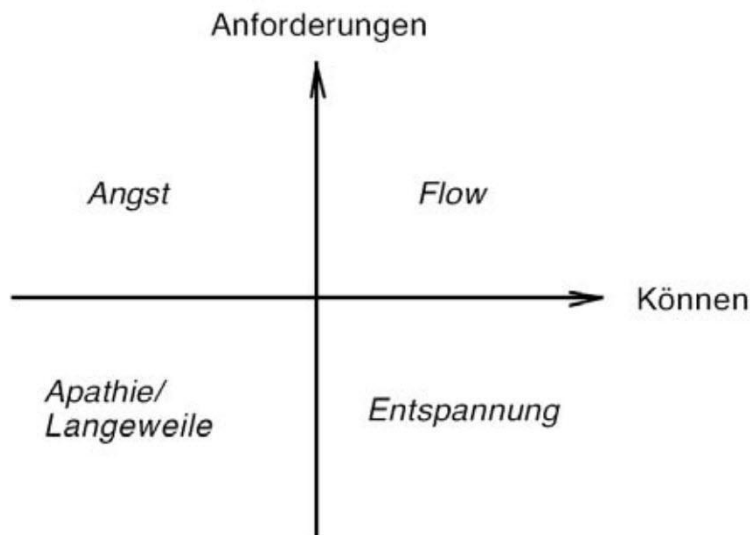


Abbildung 8: Quadranten-Modell (Delle Fave 2003)

Routinemässige Alltagstätigkeiten sind erfahrungsgemäss schwer auf Flow einzuschätzen. Gemeint sind damit Tätigkeiten, die wenige Anforderungen an eine Person stellen und im Flow-Modell auf der Y-Achse mit "sehr wenig" bis "wenig" eingestuft werden. Solche Tätigkeiten würden im Grundmodell als Langeweile eingestuft. Trotzdem ist es möglich, dass das Können in Bezug auf diese Anforderungen recht hoch ist, also auf der X-Achse weiter rechts eingestuft werden. Dank dem Quadranten-Modell ist es nun möglich, diese Tätigkeiten genauer zu spezifizieren. Sie werden hier als Entspannung deklariert (Schallberger 2000, S. 70).

#### 2.2.6 DAS OKTANTEN-MODELL

Wie bereits unter 2.2.2 beschrieben, war sich Csikszentmihalyi früh bewusst, dass eine Unterscheidung zwischen unterdurchschnittlichen oder überdurchschnittlichen Anforderungen und Können sinnvoll ist. Nachdem das Quadranten-Modell eine Grob-einteilung zulies, kann mit dem Oktanten-Modell der Flow-Zustand nochmals detaillierter gefasst werden. Die Passung zwischen Anforderungen und Fähigkeiten wird in acht Bereiche eingeteilt. Dies lässt den momentanen Zustand viel differenzierter beschreiben und lässt damit einen sehr viel enger gefassteren Begriff von Flow zu (Schallberger 1999, S. 55). Somit können die Zustände viel feiner differenziert und einem der acht Felder zugeordnet werden (Csikszentmihalyi 2004). Dies ist beispielsweise bei der "Experience Sampling"-Methode (Absatz 0) wichtig, da die Testpersonen sehr schnell eine möglichst genaue Entscheidung über den eigenen momentanen Zustand treffen müssen. Dauert diese Entscheidung zu lange, wird der Flow-Zustand zu sehr gestört.

Auch bei diesem Modell werden die Anforderungen auf der Y-Achse in Handlungsmöglichkeiten oder Herausforderungen präzisiert. Auf der X-Achse wer-

den die Fähigkeiten unterteilt in persönliche Kapazitäten oder Fertigkeiten, die im Augenblick zur Verfügung stehen (Csikszentmihalyi 2004, S. 99).

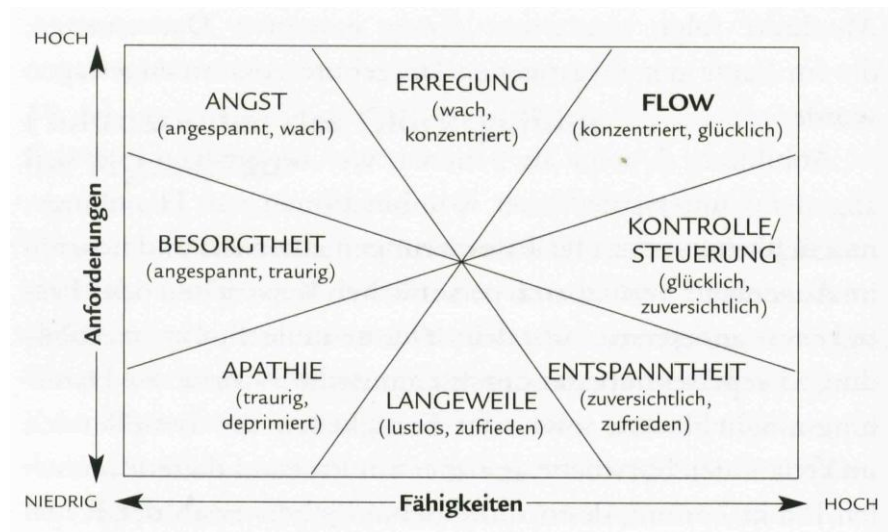


Abbildung 9: Das Oktanten-Modell (Csikszentmihalyi 2004, S. 100)

### 2.2.7 SCHWÄCHEN DER MODELLE

Böttcher bemängelt an den vorliegenden Modellen, dass sie die Komplexität der Realität nicht erfassen würden, da der Flow-Zustand nicht vollständig von der objektiven Herausforderung und dem objektiven Fähigkeitsniveau abhängen würde (Böttcher 2006). Viele zusätzliche Faktoren würden hineinspielen, die den Flow-Zustand nachhaltig stören können. Einige Beispiele, um diesen Zusammenhang zu verdeutlichen:

- Beim Schachspieler können Kopfschmerzen dazu führen, dass er erst gar nicht in den Flow-Zustand kommt.
- Ein Kletterer kann keinen Flow empfinden, wenn es in Strömen regnet.
- Läuft der Computer nicht optimal, weil beispielsweise die Internetverbindung nicht richtig funktioniert, kann der Spieler unmöglich in den Flow kommen.

Professor Schallberger wirft in seinem Arbeitsbericht aus dem Projekt "Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit" weitere Fragen zu den Modellen auf.

"Beispielsweise bedeutet die Tatsache, dass die Mittelwerte von Anforderungen und Fähigkeiten den Nullpunkt des Koordinatensystems bilden, dass es nicht um das **erlebte** Gleichgewicht von Anforderungen und Können geht, sondern um eine Art **"objektives"** Gleichgewicht von erlebten Anforderungen und erlebtem Können im Tätigkeitshaushalt des Individuums über eine Beobachtungsperiode." (Schallberger 1999, S. 55)

### 2.2.8 FAZIT

Die verschiedenen Flow-Modelle haben gemeinsam, dass sie alle die eigenen Fähigkeiten in Bezug zu den momentan herrschenden Anforderungen darstellen. Ob dies nun in Form eines Flow-Kanals oder in Form einer Unterteilung in vier, acht oder gar sechzehn verschiedene Unterteilungen geschieht, hängt ganz davon ab, wie das Modell angewendet werden soll und wie detailliert die Unterscheidung des Zustandes sein soll.

Letztendlich drehen sich alle Modelle darum, ob sich eine Person im Flow befindet oder nicht und in welcher Richtung und wie weit jemand vom Flow-Zustand entfernt ist.

Daraus können Schlüsse gezogen werden, in welche Richtung sich jemand bewegen sollte, um wieder in den Flow zu gelangen.

## 2.3 EINTRITT FLOW

In der Einleitung der Arbeit wurde erwähnt, dass Flow bei verschiedenen Tätigkeiten eintreten kann. In diesem Teil der Arbeit soll der Eintritt des Flows genauer analysiert werden. Dabei soll beleuchtet werden, bei welchen Tätigkeiten Flow empfunden wird und wie stark der Flow dabei eintritt.

Eigentlich kann Flow zufällig eintreten, beispielsweise wenn sich ein paar Freunde treffen und jemand bringt ein Thema auf, das jeden in der Runde interessiert. Schon tauchen die Anwesenden in das Thema mit ein.

Nach der Analyse, welche Tätigkeiten sich für Flow eignen, sollen geschlechtsspezifische Unterschiede beleuchtet werden. Danach soll der Unterschied zwischen Micro-Flow und Macro-Flow erläutert werden.

### 2.3.1 TÄTIGKEITEN UND FLOW

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Analyse von verschiedenen Tätigkeiten und deren Höhe des Flow-Gefühls. Die Skala des Flow-Gefühls geht dabei gemäss FKS von 0-6 (Flow-Kurzskala, beschrieben im Absatz 4.1.2.2). Die zehn höchstgenannten Tätigkeiten sind in der Tabelle abgebildet (Rheinberg et al. 2005, S. 32).

Tätigkeit	Flow M (SD)
Planung. Organisation. Vorbereitung	5.72
Sport	5.69
Spezifische Arbeitstätigkeit	5.59
Lesen	5.4
Gartenarbeit	5.34
Mental Produzieren	5.3
PC Arbeit	5.29
PC Kommunikation	5.2
Routinearbeit	5.18
Zielgerichtete Kommunikation	5.16

"Es zeigt sich, dass besonders hohe Flow-Werte sowohl bei Arbeitstätigkeiten (Planung, spez. Arbeitstätigkeiten), aber auch in der Freizeit (Sport, Lesen, Garten) auftreten." (Rheinberg et al. 2005, S. 32)

Ein Forschungsteam der Universität Zürich befragte hundert Personen zu Tätigkeiten, bei denen sie sich am meisten im Flow befinden. Führend sind sportliche Tätigkeiten, gefolgt von sozial interaktiven Tätigkeiten. Am wenigsten Flow empfanden sie bei Tätigkeiten wie zum Beispiel Autofahren oder Hausarbeiten (Chalkiopoulos et al. 1997).

- Sportliche Tätigkeiten 22 %  
Z.B. Skifahren, Klettern, Wandern, Tanzen, Joggen, Motorradfahren, etc.

- Sozial-interaktive Tätigkeiten 21 %  
Z.B. mit Kindern spielen, Gespräche, Sex, etc.
- Handwerklich-künstlerische Tätigkeiten 16 %  
Z.B. Musizieren, Malen, Nähen, Kochen, Gartenarbeit, etc.
- Geistig-rezeptive Tätigkeiten 15 %  
Z.B. Lesen, Musik hören, Kino, Theater, Konzert, etc.
- Geistig-produktive Tätigkeiten 14 %  
Z.B. Schreiben, Lernen, Computerarbeit, geistige Arbeit (Beruf), etc.
- Andere 12 %  
Z.B. Autofahren, Hausarbeit, Geburt, Spielen, Sauna, Meditieren, etc.

Nachfolgend sind verschiedene Tätigkeiten in Anlehnung an das Oktanten-Modell beschrieben.

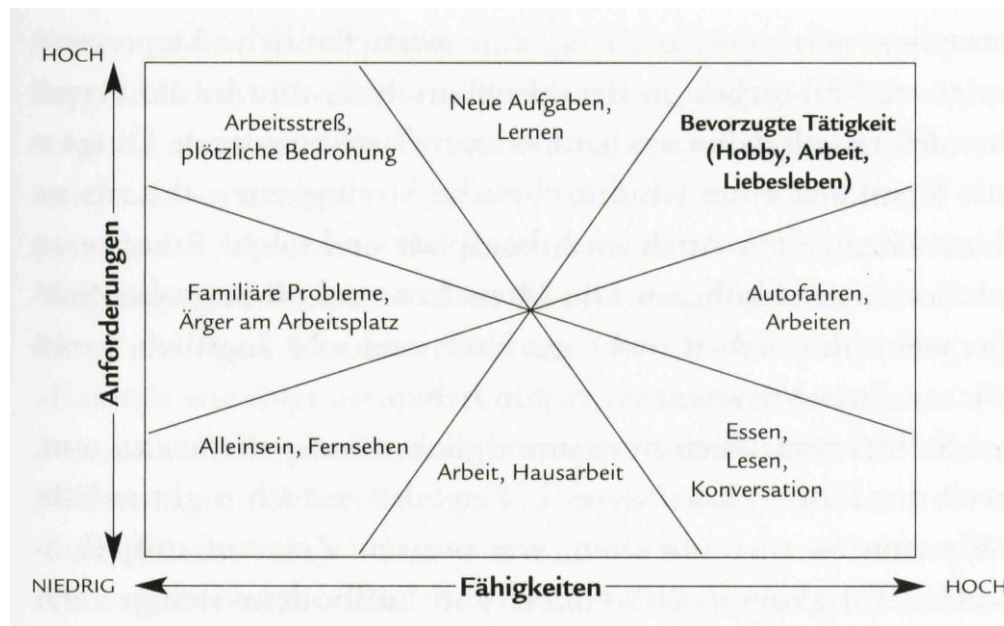


Abbildung 10: Das Oktanten-Modell (Csikszentmihalyi 2004, S. 103)

### 2.3.2 GESCHLECHTERSPEZIFISCHE UNTERSCHIEDE

Allgemein kann gesagt werden, dass Flow gleichermassen von Männern und Frauen erlebt werden kann.

*"Auch das Geschlecht hat Einfluss darauf, welche Flow-Aktivität man betreibt sowie das damit verbundene Erleben. Das Flow-Erlebnis hängt von Fähigkeiten ab. Hat das eine Geschlecht keine Übungsmöglichkeit für bestimmte Fähigkeiten, wird es aus entsprechenden Aktivitäten kaum intrinsische Belohnungen ziehen können."* (Csikszentmihalyi, 1985, S. 98)

Csikszentmihalyi nennt in diesem Zusammenhang als Beispiel Schach als Aktivität, bei der sich die spielende Person stark im Flow befindet, die vor allem von Männern ausgeübt wird. Frauen sind auch aufgrund ihrer physischen Beschaffenheit benachteiligter, bei schweren körperlichen Tätigkeiten in ein Flow-Erleben zu geraten.

In der heutigen Zeit, wo mehr und mehr Technologie zum Einsatz kommt und damit die körperliche Muskelkraft in den Hintergrund tritt, wird diese Benachteiligung geringer. (Beispiel: Der Beruf des Lastwagenfahrers wird heute auch von Frauen ausgeführt, da man durch Servolenkung und hydraulische Schaltung ohne jegliche muskelbetonte Anstrengung ein solches Fahrzeug lenken kann.)

### 2.3.3 *MICRO-FLOW/MACRO-FLOW*

Ausgehend vom Diagonalmodell (Absatz 2.2.1) können zwei grundsätzlich unterschiedliche Flow-Erlebnisse unterschieden werden: Micro-Flow und Makro-Flow (Csikszentmihalyi 1999a, S. 32).

Sind bei Micro-Flow-Aktivitäten Anforderungen und Können eher unterdurchschnittlich, sind sie bei Macro-Flow überdurchschnittlich (Schallberger 2000).

Macro-Flow stellt sich also vor allem bei komplexen Tätigkeiten ein, die den vollen physischen und intellektuellen Einsatz des Handelnden verlangen. Richartz nennt Sport treiben, Musizieren und Austausch von Intimitäten als Beispiele dafür. Für Micro-Flow nennt sie Warten, Mitfahren, Gehen und Sinnieren (Richartz 2006, S. 23).

## 2.4 FLOW UND ALTER

Speziell bei sportlichen Aktivitäten stösst Flow mit steigendem Alter an Grenzen. So kann ein Verlust der motorischen Fähigkeiten oder auch eine kognitive Leistungsabnahme das Flow-Erleben verhindern (Reischies und Lindenberger 1996).

Auf der anderen Seite bringt die zunehmende Erfahrung, die sich mit dem Alter einstellt, eine gewisse Selbstsicherheit mit sich. Dies lässt jemanden eine bestimmte Situation gelassener angehen und damit leichter in den Flow gelangen.

Am Computer ist bei bestimmten Programmen die Reaktionsfähigkeit von zentraler Bedeutung. Da diese bei steigendem Alter nachlässt, führt dies zu erschwerenden Bedingungen im Umgang mit diesen Programmen – vor allem bei Spielen. Dadurch ist die Passung zwischen Anforderungen und Können nicht mehr gegeben, was den Zugang zum Flow stark behindert.

Eigentlich wäre zu erwarten, dass junge Hirne schneller in den Flow geraten. Man könnte aber auch die Position vertreten, dass ältere Personen durch ihre Erfahrungen sehr schnell in den Flow kommen können und sich dadurch kein altersbedingter Unterschied ergibt.

### 2.4.1 ALTERSUNTERSCHIEDE

Hier sollen grundsätzliche Betrachtungen zu den verschiedenen Altersgruppen gemacht werden.

#### 2.4.1.1 BIOLOGISCHE UNTERSCHIEDE

Die biologische Entwicklung befasst sich mit dem Alterungsprozess, der von vielen Faktoren abhängig und von Mensch zu Mensch verschieden ist. Fest steht, dass sich mit zunehmendem Alter eine Abnahme der biologischen Kapazität und der Funktionstüchtigkeit zeigt. Biologen und Physiologen betonen jedoch, dass der Zeitpunkt und die Geschwindigkeit des "biologischen Alterns" grossen individuellen Unterschieden unterliegt (Weinert und Mandl 1997, S. 46).

Die Abnahme der biologischen Kapazität lässt sich anhand der Aufmerksamkeits-Belastungshypothese erklären. Sie besagt, dass ältere Menschen häufiger und stärker gezwungen sind, einen Teil ihrer Aufmerksamkeit und geistigen Kapazität in sensomotorische Aktivitäten zu investieren, wodurch weniger für eine spezifische Intelligenzaufgabe übrig bleibt. Ein Experiment, in dem alte und junge Erwachsene gebeten wurden, Intelligenzaufgaben im Sitzen und Stehen zu lösen, unterstreicht dies. Die älteren Testpersonen kamen schon beim blossen Stehen ins Schwanken und beim Lösen von Intelligenzaufgaben verstärkte sich dies noch (Mayer 1996).



### 2.4.1.2 PSYCHOLOGISCHE UNTERSCHIEDE

In der psychologischen Entwicklungstheorie wird zwischen kristalliner und fluider Intelligenz unterschieden. Die Fähigkeit, völlig neue Probleme zu lösen, wird fluide, diejenige, vertraute Schwierigkeiten zu meistern, kristalline Intelligenz genannt. Es wurde festgestellt, dass mit zunehmendem Alter nicht nur die kognitiven Prozesse, sondern auch die fluide Intelligenz abnehmen –, die kristalline Intelligenz, also die Lösung vertrauter Probleme, sich jedoch stabilisiert (Weinert und Mandl 1997, S. 50ff.). Diese Abnahme der fluiden Intelligenz wird neurophysiologisch, also biologisch, erklärt.

Mit dem Älterwerden gehen auch Erfahrung und Wissen einher. Ältere Menschen können dadurch bei vertrauten Problemen auf viele erprobte Strategien und Erfahrungen zurückgreifen, um diese zu lösen. Die Abnahme der fluiden Intelligenz jedoch, die sich in Flexibilität und dem Lösen neuartiger Probleme zeigt, nimmt im zunehmenden Alter gravierend ab (Graumann und Birbaumer 1997).

Die gesellschaftliche Entwicklung im sozialen Bereich zeigt Auswirkungen auf die Lern- und Leistungsfähigkeit im Erwachsenenalter. Über 45-jährige Menschen werden tendenziell von der beruflichen Weiterbildung ausgeschlossen und gelten bereits als ältere Menschen (Winkler, 2002). Dadurch wird die Kluft zwischen jüngeren und älteren Mitarbeitern zusätzlich verschärft und das Defizit der beruflichen Leistungsfähigkeit bei den älteren Mitarbeitern verstärkt.

Weinert beleuchtet sechs Schwerpunkte der psychologischen Untersuchung kognitiver Altersprozesse (Baltes et al. 1994):

#### 1. Altersstabile und altersabhängige intellektuelle Fähigkeiten

Wie bereits oben beschrieben ist damit der Unterschied zwischen kristalliner und fluider Intelligenz gemeint.

#### 2. Generationenunterschiede in der kognitiven Entwicklung

Mit Generationenunterschied ist der sogenannte "Kohorteneffekt" gemeint. Das bedeutet Lerneinbussen bei älteren Testpersonen, die als Folge unterschiedlicher schulischer und historischer Schulungsbedingungen entstanden sind.

#### 3. Individuelle Unterschiede in der kognitiven Entwicklung

Damit ist die kognitive Entwicklung jeder einzelnen Person gemeint. So war es zum Beispiel bei 75 % der 60-Jährigen möglich, die kognitiven Leistungen in den folgenden sieben Jahren in vier von fünf Fähigkeiten aufrecht zu erhalten.

#### 4. Testintelligenz und Alltagskompetenz

Hier wird der Unterschied zwischen einer Alltagssituation und einer vergleichsweise lebensfremden Testsituation beleuchtet. Bei Intelligenztests werden das praxisorientierte inhaltspezifische Wissen und die persönliche Lebenserfahrung nicht mit geprüft.

#### 5. Plastizität<sup>5</sup> geistiger Fähigkeiten

Hier wird die Quantität und Qualität von Erfahrungen beleuchtet, die ein Individuum erwirbt. Bei der Vermittlung von Erfahrungen sollten somit die individuellen Voraussetzungen der Teilnehmer berücksichtigt werden, um eine Überforderung zu vermeiden.

#### 6. Grenzen der Plastizität geistiger Fähigkeiten

Die Analyse der Verhaltens- und Leistungsveränderungen im Alter sind durch mehrere Ursachen bedingt. Der Autor stellt als Erklärung drei Fragen auf:

- Sind die empirischen Befunde Hinweise auf abnehmende Fähigkeiten oder lediglich Indikatoren für Beeinträchtigungen des situativen Leistungsverhaltens?
- Handelt es sich bei den Leistungseinbussen um generelle kognitive Mechanismen oder um spezielle Funktionseinbussen?
- Ist die Verlangsamung kognitiver Prozesse im hohen Alter bedingt durch artspezifische Erbfaktoren oder durch Umweltbedingungen?

Die Einflussfaktoren sind so vielseitig, dass viele Möglichkeiten eröffnet werden, wodurch der Abbau der kognitiven Leistungsfähigkeit nicht einfach als gegeben hingenommen werden muss. Es gibt mannigfaltige Möglichkeiten, dem entgegenzuwirken.

#### 2.4.1.3 *DIGITAL NATIVES VS. DIGITAL IMMIGRANTS*

Wenn verschiedenen Altersgruppen bezüglich ihres Verhaltens am Computer untersucht werden, werden früher oder später die beiden Begriffe "Digital Natives", respektive "Digital Immigrants" genannt (Prensky 2010). Unter "Digital Natives" werden Menschen subsummiert, die mit dem Computer aufgewachsen sind. "Digital Immigrants" sind erst zu einem späteren Zeitpunkt ihres Lebens mit dem Computer in Berührung gekommen. Die Grenze für die Unterscheidung wird gemäss Prensky (Prensky 2001) etwa im Geburtsjahr 1980 gezogen.

---

<sup>5</sup> Unter neuronaler Plastizität versteht man die Eigenschaft von Synapsen, Nervenzellen oder auch ganzen Hirnarealen, sich in Abhängigkeit von der Verwendung in ihren Eigenschaften zu verändern (<http://de.wikipedia.org>).

### 2.4.2 LERNVERHALTEN

Wie bereits im Kapitel 1.1 erwähnt, wird beim Vermitteln von Inhalten mehr darauf geachtet, dass die Lehrkraft die Lernenden in ihrem Erlebnisbereich abholt, als dass sie sich an ihre Bedürfnisse anpasst (Csikszentmihalyi und Larson 1987 S. S. 181).

"Intrinsische Motivation ist überdauernder als extrinsische. Deshalb sollte der Lehrer nicht zu stark und vor allem nicht ausschliesslich extrinsisch motivieren." (Dubs 1985, S. S. 141). Verweis auf Kap 2.1.2.7.

Junge und ältere Personen reagieren jedoch nicht gleich auf die Konfrontation mit neuem Wissen (Cassandra 2009). Deshalb soll in den nachfolgenden Kapiteln das Lernverhalten etwas genauer analysiert werden.

#### 2.4.2.1 LERNVERHALTEN VON KINDERN UND JUGENDLICHEN

Spätestens nach unserer Geburt beginnt man zu lernen. Babys unterscheiden vertraute und fremde Stimmen, lernen zu sprechen, zu gehen und die Handhabung einfacher Werkzeuge. Kleinkinder lernen das Spiel und Zusammenspiel mit anderen Kindern, sie rechnen und fahren Rad. Alle Kinder lernen durch Spiel und Nachahmung von Erwachsenen (Meueler 1982) auf experimentellem Weg und weniger zielgerichtet als Erwachsene (Delfs-Swora 2003).

Die Lernprozesse und -fortschritte in der frühen Kindheit verlaufen rasant und lassen sich gut von aussen beobachten. An einer polytechnischen Schule in Österreich wurden im Rahmen einer Erhebung die wichtigsten Aspekte des Lernverhaltens und der Lernmotivation der Jugendlichen analysiert und interpretiert (Thierwächter 2009).

Jugendliche sehen die Institution Schule als "geregeltes, hierarchisch strukturiertes und mit Zwang durchsetzbares lehrerbegleitetes Lernen". Lernen ist isoliertes Lernen, Hausarbeiten und Prüfungsvorbereitungen werden ungestört und allein durchgeführt und die Schüler besitzen ein konservatives Lernverhalten.

Die Lehrperson bildet einen wichtigen Teil der Lernmotivation. Ein gut erlebter Lehrer motiviert zur Unterrichtsteilnahme und kann wichtiger werden, als das unterrichtete Fach. Aber auch das Interesse am Fach ist motivationsmässig wieder mit dem persönlichen Interesse am Lernstoff verbunden. Jugendliche nehmen die Nutzungsmöglichkeit des erlernten Stoffs sehr unterschiedlich wahr. Während die einen die gute Verwertbarkeit betonen, kritisieren andere deren Wichtigkeit in der Praxis (Thierwächter 2009).

Besonders Kinder und Jugendliche verbinden einen grossen Teil ihrer freien Zeit mit Computerspielen. Dabei lernen sie komplexe Zusammenhänge, sind

motiviert und vergessen darüber teilweise sogar die Zeit (siehe 2.1.2.4 "Zeitgefühl"). Wie wirkt sich also die zunehmende Verbreitung von Computerspielen auf das Lernen aus und wie könnte diese freiwillige Spielmotivation herkömmliche Lernmittel ergänzen und sich auf den Lerneffekt auswirken? Die erhöhte Motivation ist einer der Hauptgründe, Computerspiele als Lernmittel zu benutzen (Schwan 2006).

Das Gleichgewicht zwischen Lernen und Spiel zu finden ist die besondere Herausforderung bei der Entwicklung von Lernspielen. Ein zu stark betonter Lerneffekt schmälert Spielmotivation, ein zu grosser Spielspass geht auf Kosten des Lerneffekts. Wie kann das Lernspiel dieses Gleichgewicht herstellen und welche Kriterien sollte ein gutes Lernspiel beinhalten, um anzusprechen und Inhalt zu vermitteln?

#### *2.4.2.2 LERNVERHALTEN VON ERWACHSENEN*

Erwachsene haben, im Gegensatz zu Kindern, bereits individuelle Strategien und Einstellungen zur Problemlösung entwickelt (Delfs-Swora 2003). Dies bedeutet, dass sie beim Aneignen von Wissen zuerst versuchen, den neuen Stoff in ihr bestehendes Denkschema einzufügen (Delfs-Swora 2003). Dieser Vorgang wird von Piaget, einem führenden Forscher der kognitiven Entwicklung des Kindes, "Assimilation" genannt. Der Erwachsene versucht mit anderen Worten "die Umwelt an den Organismus anzupassen" (Hobmair 2003). Lässt sich das neue Wissen vom Erwachsenen nicht in sein bestehendes Denkschema einpassen, so muss er das Schema verwerfen und ein neues entwickeln (nach Piaget: Akkommodation) (Delfs-Swora 2003).

Dieser Prozess fällt den Erwachsenen schwer, denn widersprechende Thesen stossen auf ihre Erfahrungen und bisherigen Einstellungen und werden kritisiert oder sogar abgelehnt. Kinder und Jugendliche hingegen haben weniger Mühe, sich neues Wissen anzueignen (Delfs-Swora 2003).

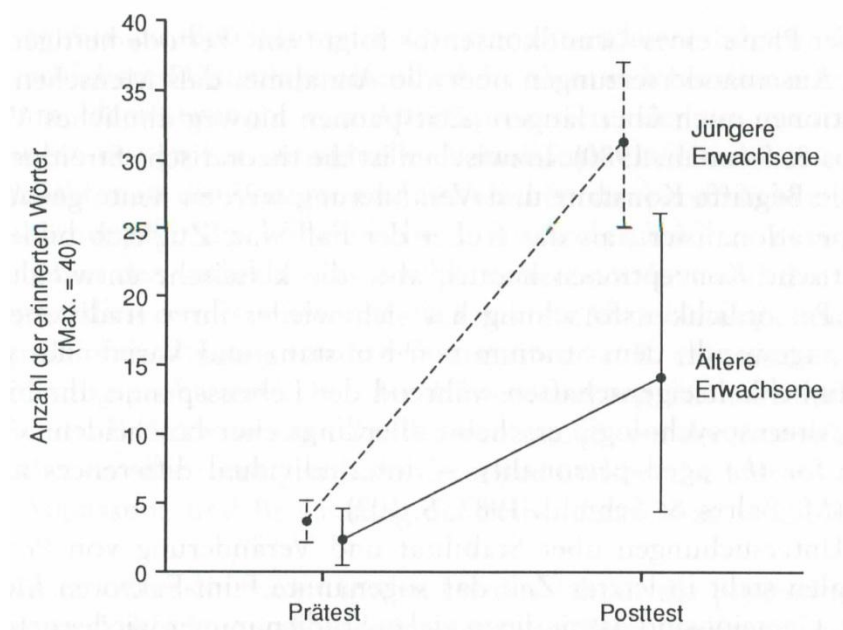
Dieses Verhalten der Erwachsenen hat Konsequenzen für die Lehr-Lern-Beziehung in der Erwachsenenbildung. Nuissl von Rein, Professor der Psychologie, meinte in einem Interview, dass der Bereich Erwachsenenbildung die kreativsten und weitreichendsten Lehr- und Lernmethoden erprobt und weiterentwickelt habe. Trotz innovativer Weiterbildungsmethoden werden jedoch viele Bereiche der Erwachsenenbildung durch traditionelle Lehr- und Lernauffassungen, wie dies bei Kindern und Jugendlichen der Fall ist, getragen (Graumann und Birbaumer 1997).

### 2.4.2.3 LERNEN UND LEISTUNG IM ALTER

Bei der Untersuchung über die Lern- und Leistungsfähigkeit von Erwachsenen muss zwischen verschiedenen Dimensionen der Entwicklung differenziert werden. Forscher unterscheiden die biologische Dimension, die Veränderung der Leistungs- und Adaptionsfähigkeit des Organismus und die psychologische Dimension, die die Veränderung der kognitiven Leistungsfähigkeit, der Erfahrungen und des Wissens berücksichtigt. Die dritte Dimension und soziale Komponente bezieht sich auf die Veränderung der sozial definierten Rollen und Funktionen.

In der Entwicklung dieser Dimensionen bestehen von Mensch zu Mensch grosse individuelle Unterschiede. Trotzdem lassen sich diverse Gesetzmässigkeiten und Grenzen der Lern- und Leistungsfähigkeit finden (siehe auch (Schelling und Seifert 2010)).

Vorab jedoch noch eine interessante Studie, die Gedächtnisleistung von Jugendlichen und Erwachsenen vergleicht.



**Abbildung 11: Gedächtnisreserven und Testing-the-Limits (nach Kliegl, Smith & P. Baltes 1989) (Baltes et al. 1994, S. 197)**

Vorgestellt wurde eine Wortliste, von der sich die Teilnehmer möglichst viele Wörter merken mussten, die im Ein-, beziehungsweise Vier-Sekunden-Takt präsentiert wurden. Das Ergebnis zeigte klar auf, dass die älteren Teilnehmer nicht das Niveau der Gedächtnisleistung erreichten, wie die jüngeren. Sie verarbeiten Information langsamer und weniger präzise. Auch die Multitasking-Fähigkeiten nehmen offensichtlich im Alter ab (Dollase 2008). Die altersbedingte Verminderung der sensorischen, motorischen und kognitiven Fähigkeiten bei älteren Personen führen zu Leistungsschwierigkeiten (Graumann und Birbaumer 1997).

Allerdings stellen die Ergebnisse einen Beweis für die Steigerungsmöglichkeit der verschiedenen Altersgruppen dar.

### 2.4.3 FLOW UND BILDUNG

In diesem Kapitel sollen Flow und Bildung in einen Kontext gebracht werden. Als erstes wird beleuchtet, weshalb jemand lernt, gefolgt von der Entwicklung von Weiterbildungen in den verschiedenen Altersgruppen. Zum Schluss wird der Zusammenhang zwischen Leistungswille und Anforderung aufgezeigt. Dabei wird geklärt, weshalb leistungsstarke Lernende anders gefordert werden als Lernende mit geringem Leistungswillen.

#### 2.4.3.1 WARUM LERNT MAN?

Bildung ist der wichtigste Produktionsfaktor unserer Gesellschaft. Im Wettbewerb sind spezialisierte menschliche Fähigkeiten der knapp entscheidende Faktor (Arnold und Pätzold 2008). Der Übergang der Industrie- zur Informations- und Dienstleistungsgesellschaft hat personelle Fähigkeiten in ihrer Relevanz gesteigert. Ganz besonders kann diese Entwicklung im Verständnis der Bildung betrachtet werden. Bildung ist nicht mehr Allgemeinbildung, die sich jeder Jugendliche aneignen soll, sondern Bildung heisst, sich immer weiter zu bilden im Beruf, auch als Erwachsener. Der Arbeitsmarkt fordert die Bereitschaft und Fähigkeit, ständig neues Wissen zu integrieren und zu erwerben (Delfs-Swora 2003). Dadurch erst sind Diskussionen und Fragen darüber entstanden, ob Erwachsene anders lernen als Jugendliche, und wie sich dieser Unterschied zeigt. Die folgende Abbildung stellt die Kinder- und Jugendbildung der Erwachsenenbildung nach Arnold gegenüber:

**Tabelle 1: Differenzierung der Bildung (Arnold und Pätzold 2008)**

Kinder- und Jugendbildung	Erwachsenenbildung
Lernen als Vorbereitung auf das Leben	Lernen als Nachbereitung und Aufbereitung von Erfahrungen
organisiertes Lernen als Schwerpunktaktivität	organisiertes Lernen als „Nebenaktivität“
Unterricht	Kurse, Seminare, Tagungen, Vortrag
i.d.R. hauptberuflich Lehrende	i.d.R. nebenberuflich Lehrende
häufig fehlende Lernmotivation (z.B. Schulpflicht)	häufig lernmotivierte Teilnehmer (denn: Prinzip der Freiwilligkeit)

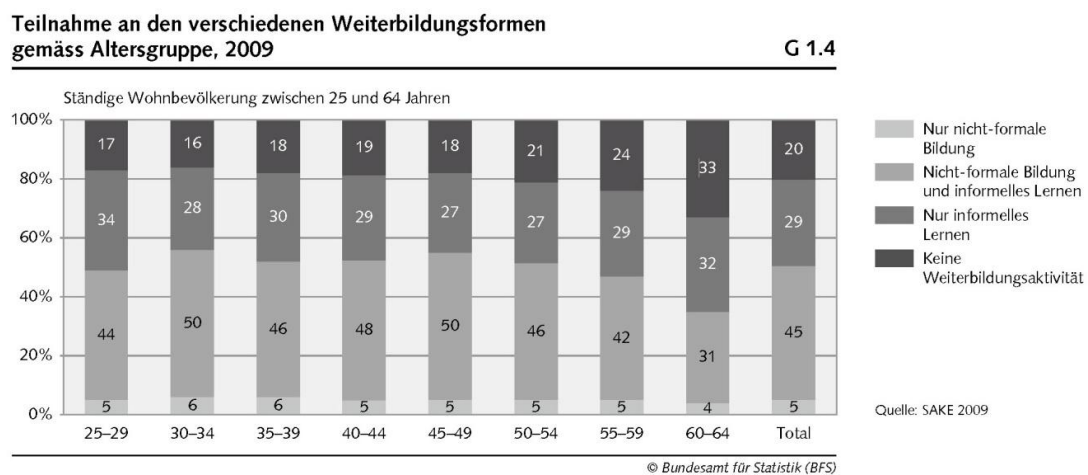
Das Motiv, weshalb Bildung erworben wird, ist als erstes unterschiedlich. Kinder- und Jugendbildung ist Vorbereitung auf das Leben, in der Erwachsenenbildung hingegen werden bereits gesammelte Erfahrungen auf- und nachbearbeitet (Arnold und Pätzold 2008). Als zweite Unterscheidung können Schüler weder Lernmethode, noch Lernstoff frei wählen, Erwachsene hingegen eignen sich

autonom und aus eigenem Willen an, was sie wünschen. Die freiwillige Teilnahme an Weiterbildung von Erwachsenen zieht eine höhere Lernmotivation nach sich, als bei Kindern und Jugendlichen, die sich dem Entscheid der Lehrpersonen unterziehen (Arnold und Pätzold 2008).

#### 2.4.3.2 WEITERBILDUNG IN VERSCHIEDEN ALTERSGRUPPEN

Als nächstes soll der prozentuale Anteil weiterbildender Personen der verschiedenen Altersgruppen aufgezeigt werden.

Im nachfolgenden Diagramm des Bundesamtes für Statistik wird ersichtlich, dass zwischen den verschiedenen Altersgruppen bis zum Alter von 59 Jahren kein grosser Unterschied erkennbar ist. Ab 60 Jahren verkleinert sich der Anteil an Weiterbildungsaktivitäten und der Anteil "keine Weiterbildungsaktivität" erhöht sich um neun Prozent.



**Abbildung 12: Teilnahme Weiterbildungen nach Altersklasse (BFS 2010, S. 12)**

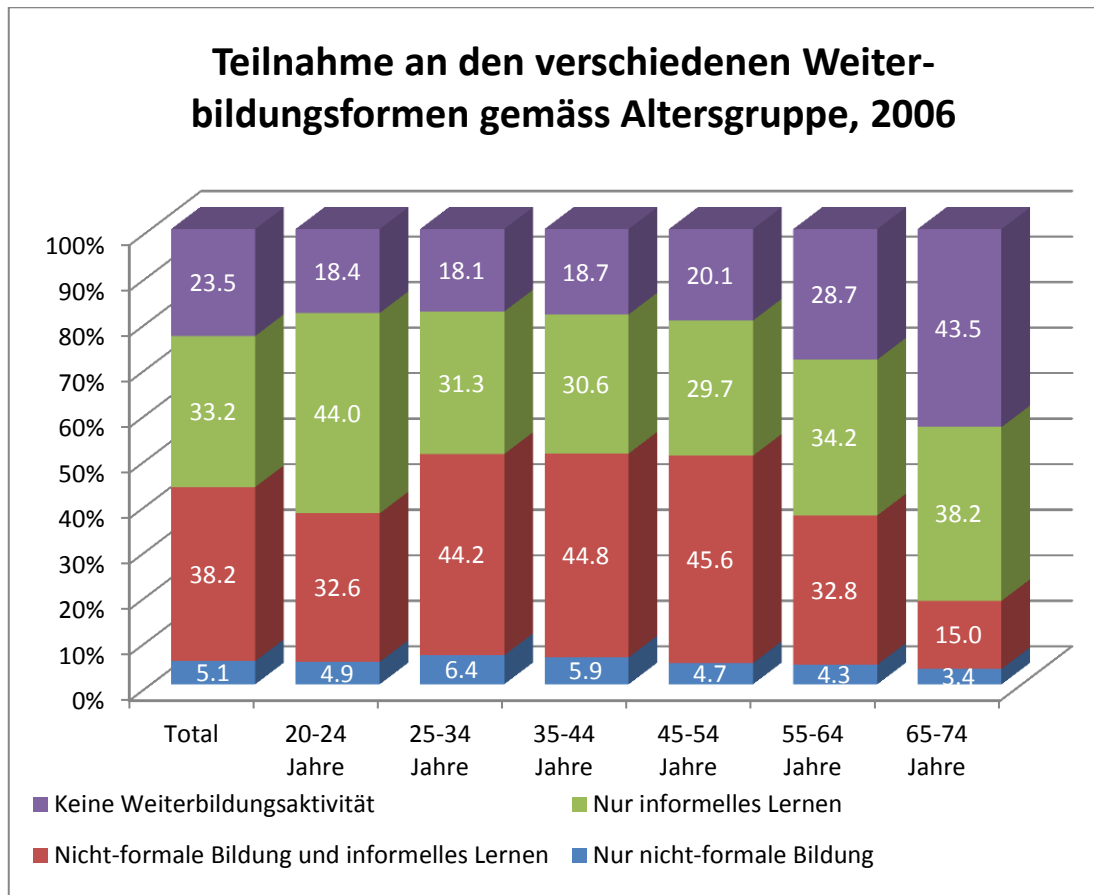
Unter formaler Bildung sind Ausbildungen zu verstehen, die im formalen Bildungssystem durchgeführt werden. Sie enthalten normalerweise Unterrichtung und schliessen mit einem Diplom oder Zertifikat ab.

Unter nicht formaler Bildung sind die Weiterbildungen gemeint, die ausserhalb der formalen Bildung stattfinden. Sie beziehen sich auf eine Lehrer-Schüler-Beziehung ausserhalb des regulären Schulsystems. Beispiele hierfür sind Seminare, Vorträge und Workshops; aber auch Privatunterricht gehört dazu.

Das informelle Lernen dient zwar auch einem Lernziel, dieses wird aber ohne Lernbeziehung vollzogen. Beispiele hierfür sind Lesen von Fachliteratur, "Training on the Job" oder das Mitmachen in Lerngruppen, aber auch computerunterstütztes Lernen via CD-ROM oder Internet (BFS 2010).

Die nachfolgende Grafik zeigt, dass sich der Unterschied der Weiterbildungsaktivitäten oberhalb 65 Jahren noch stärker verändert. Leider fehlen zur Übersicht

aus dem Jahr 2009 die Altersgruppe 65 – 75 Jahre, weshalb diese Grafik zusätzlich aufgeführt wurde. Es wird erkennbar, dass sich die Zahlen zu Gunsten der älteren Generation positiv verändert haben (siehe auch (Zimmermann 2006)).



**Abbildung 13: Teilnahme Weiterbildungen nach Altersklasse 2006, selbst erstellte Grafik, Datenquelle: (BFS 2010)**

#### 2.4.3.3 FLOW UND DIE BEGABUNG

An einer High School in Chicago führte Jeanne Nakamura mit 26 mathematisch hochbegabten Schülern eine Untersuchung durch, um mittels ESM zu beobachten, ob zwischen subjektivem Erleben und der Nutzung der Begabung eine Korrelation bestehe (Csikszentmihalyi und Nakamura 2002). Die Schüler des mathematischen Förderzweigs wurden auf einer 9-Punkte-Skala bezüglich Leistungsmass von ihren Lehrern eingeschätzt und je nach Leistung in eine von drei Gruppen eingeteilt. In der ersten Gruppe waren Schüler mit hoher, in der zweiten mit durchschnittlicher und in der dritten mit geringerer Leistungsfähigkeit. Diese Einteilung erlaubte einen Vergleich des obersten und untersten Leistungsdrittels der Schüler bei der Auswertung der Studie. Die mittelstarke Gruppe wurde nicht in den Vergleich einbezogen. Alle Teilnehmer verfügten zu Beginn des Unterrichtsjahres über gleich hohe allgemeine und mathematische Fähigkeiten.



Die Ergebnisse zeigen, dass ein Flow-Erlebnis nur dann erlebt wird, wenn Anforderung und Fähigkeit als überdurchschnittlich (verglichen mit dem üblichen Aufgabenniveau) empfunden werden und im Gleichgewicht sind (siehe Kap. 2.2.1 "Der Flow-Kanal"). Unter Flow-Bedingungen fühlten sich beide Gruppen aktiver, zufriedener, intrinsisch motivierter, kognitiv effizienter.

Schüler der dritten Gruppe verbrachten bedeutsam weniger Zeit mit strukturierten Aktivitäten, als die hochleistungsfähigen aus der ersten Gruppe. Sie redeten mit Mitschülern, tagträumten und konzentrierten sich weniger auf das Lernen – nicht nur in der Schule, sondern auch in der Freizeit.

Die Schüler mit hoher Leistungsfähigkeit empfanden diejenigen Situationen am negativsten, in denen nur geringe Fähigkeiten gefordert wurden. Für diejenige Gruppe mit geringerer Leistungsfähigkeit hingegen waren diejenigen am negativsten, die zu hohe Anforderungen stellten und dadurch Angst auslösten.

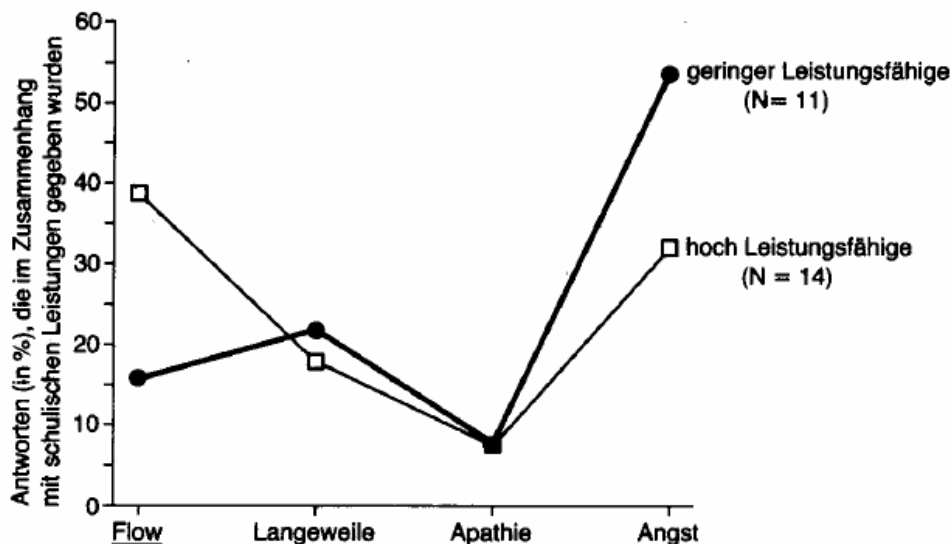


Abbildung 14: Schulische Leistungen im Flow-Quadranten (Csikszentmihalyi und Nakamura 2002)

Abbildung 14 zeigt auf, dass die erste Gruppe 40 %, die dritte Gruppe jedoch nur 16 % ihrer Zeit im Flow-Zustand war. Langeweile und Apathie wurde von beiden Gruppen etwa gleich oft erlebt.

Es ist ersichtlich, weshalb Schüler mit hoher Leistungsfähigkeit mehr Zeit mit Lernen verbringen. Sie lieben die Herausforderung des Lernens und haben dabei ein Flow-Erlebnis. Die weniger leistungsfähigen Schüler hingegen werten die Herausforderung negativ und haben Angst zu versagen, daher verbringen sie möglichst wenig Zeit mit produktiven (Lern-)Situationen und viel Zeit mit Freunden (Csikszentmihalyi und Nakamura 2002).

#### 2.4.4 UMGANG MIT MEDIEN IN DER BILDUNG

Medien sind Vermittler zwischen Lerninhalt und Lernenden. Kinder und Jugendliche wollen vor allem motiviert werden, Erwachsene hingegen sind am Medium interessiert, sofern es der Vorstellung von Aktualität und Verfügbarkeit nahe kommt und durch Vielfältigkeit Interesse geweckt wird (Arnold und Pätzold 2008).

Bisher spielen Medien und medienunterstützte Lehr- und Lernmethoden jedoch vor allem in der Erwachsenenbildung, und weniger im schulischen Bereich, eine Rolle (Birnbaumer, et al., 1997).

Moderne Technologien und Verfahren werden also vor allem für Aus- und Weiterbildungen von Mitarbeitern genutzt.

##### 2.4.4.1 WELCHE MEDIEN WERDEN BEVORZUGT?

Die folgende Abbildung zeigt die Auswertung einer Befragung des Personals aus der Erwachsenenbildung und dessen Meinung darüber, welche Medien und didaktischen Elemente besonders wichtig sind.

Erwachsenenbildung als Umgang mit Medien

69

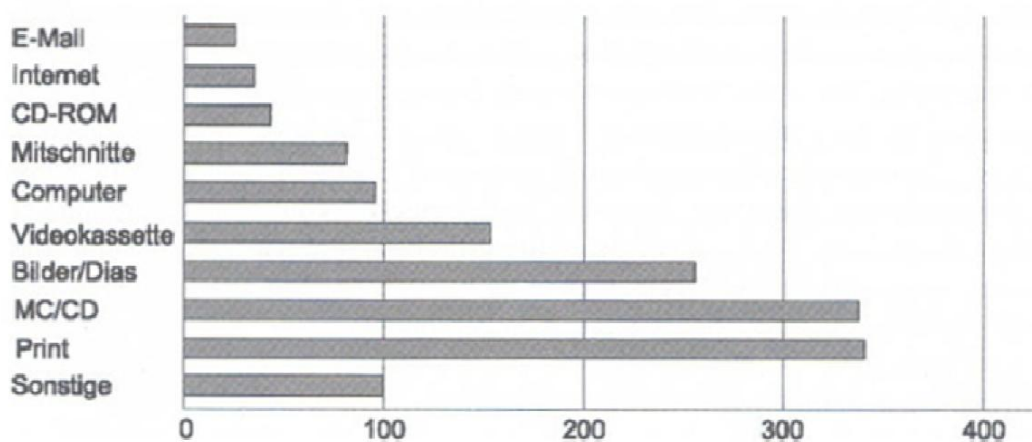


Abbildung 15: Umgang mit Medien (Arnold und Pätzold 2008)

Die Untersuchung dauerte vier Wochen und hat gezeigt, dass sich vor allem vertraute Medien wie Print und Bilder durchsetzen, wohingegen der Computer im Vergleich dazu dreimal weniger häufig benutzt wurde (Arnold und Pätzold 2008).

Gedruckte Lerntexte haben also immer noch Vorrang. Sie machen individuelles Arbeiten möglich, sind ortsungebunden und benötigen keine technischen Einrichtungen (Graumann und Birbaumer 1997).

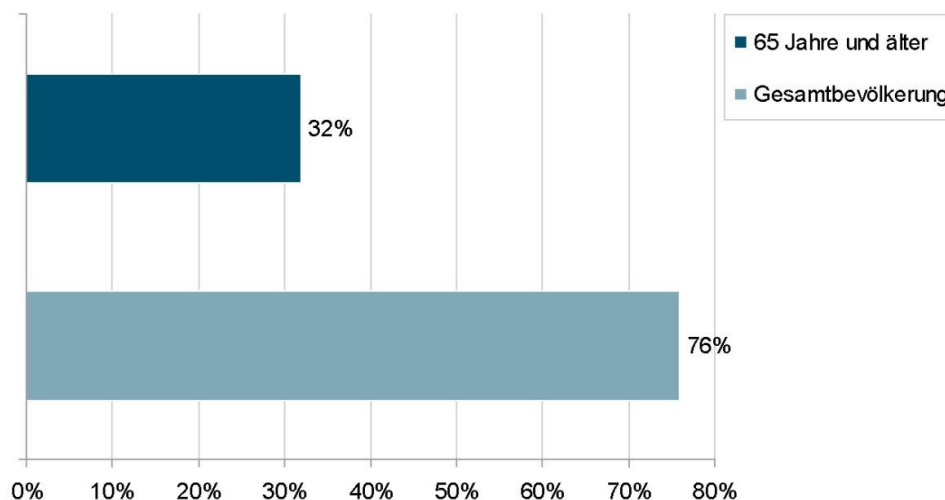
Im Schulbereich für Jugendliche ist der Computer in erster Linie ein Hilfsmittel, das die Bearbeitungszeit verkürzen und die Freizeit verlängern soll. Nach der Studie des österreichischen Instituts für Bildungsforschung fordert zwar ein Teil der Befragten mehr Computereinsätze – andererseits haben die Jugendlichen jedoch wenig Erfahrung, wie sie als Lernmittel verwendet werden können.

Trotzdem ist die Tendenz stark steigend, Computer als Medium im Klassenzimmer einzusetzen, und mit vermehrter Digitalisierung unserer Welt werden Angebote von Lernprogrammen und eLearning-Plattformen auch immer wichtiger (Revermann, et al., 2007).

#### 2.4.4.2 NUTZUNG VON ELEKTRONISCHEN MEDIEN

Nebst Beliebtheit und effektivem Nutzen des Computers als Lehrmittel ist vor allem wichtig, dass alle Altersgruppen auch einen freien Zugang dazu haben. Die folgende Abbildung zeigt, wie ältere Leute, verglichen mit der Gesamtbevölkerung, ihren PC nutzen:

*Anteil der Personen, die den letzten drei Monaten einen Computer genutzt haben*



Quelle: Destatis, Bevölkerung ab 10 Jahre

**Abbildung 16: Ältere Menschen nutzen ihren PC kaum (Scheer 2011a, S. 6)**

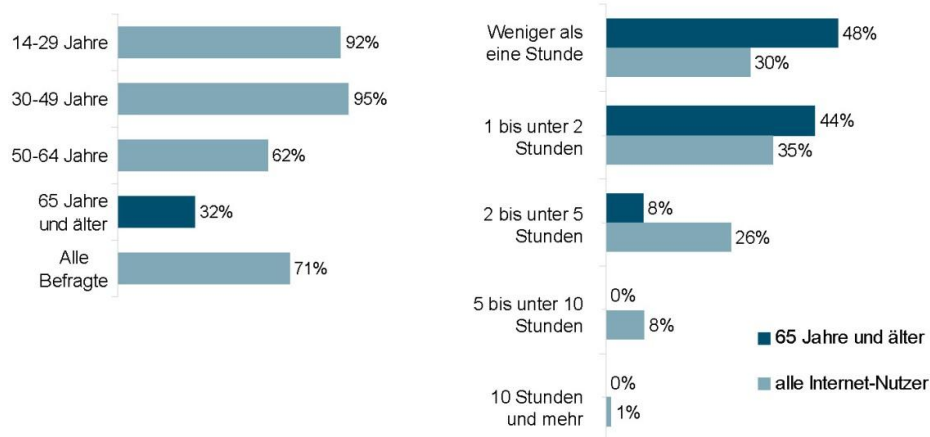
Die Grafik verdeutlicht, dass nur jeder Dritte ab sechzig Jahren zuweilen am PC sitzt.

Grundsätzlich hat der Anteil an Internetbenutzern in allen Altersgruppen zugenommen und keine davon ist insgesamt "internetabstinent". Innerhalb der Altersgruppen brauchen 92 % der 14- bis 29-Jährigen das Internet privat oder geschäftlich, bei Erwachsenen zwischen 50 und 64 Jahren sind es noch 62 % und bei über 65-Jährigen gerade noch 32 %.

In der BITCOM Präsentation ist die Rede von einem "digitalen Graben bei 65 Jahren" (Scheer 2011a, S. 7), bei dem nur jeder dritte ab 65-Jährige das Internet täglich nutzt.

„Nutzen Sie privat und/oder geschäftlich das Internet?“

„Wie lange nutzen Sie das Internet durchschnittlich am Tag?“



Quelle: BITKOM / ARIS Umfrageforschung, Basis: Bevölkerung ab 14 Jahre

**Abbildung 17: Digitaler Graben bei 65 Jahren (Scheer 2011a, S. 7)**

Erwachsene wie Jugendliche und Kinder nutzen das Internet abhängig von der Zugangsmöglichkeit des Medium. Finanzielle, sprachliche oder kulturelle Aspekte können hier Grenzen aufzeigen. Die Frage stellt sich also, inwieweit der Zugang zum Internet als Indikator für Lernprogramm-Interessierte gebraucht werden kann. In einer Onlinestudie des ARD/ZDF konnte aufgezeigt werden, dass offline-User oft mangelnde Kenntnisse im Umgang mit Computern haben (Arnold und Pätzold 2008).

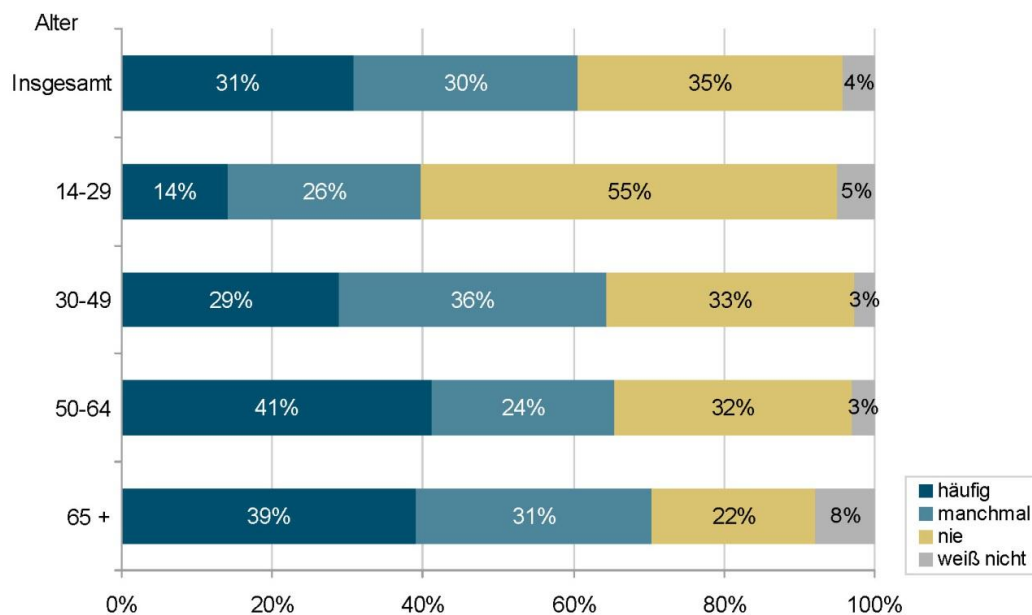
#### 2.4.4.3 INFORMATIONENSLUT

Gemäss BITCOM-Präsentation anlässlich der Pressekonferenz am 3. November 2010 in Berlin fühlt sich jeder Dritte häufig von Infos überflutet. Nur die jüngere Generation hat kaum Probleme mit der Informationsflut.

In dieser Grafik sind wiederum die "Digital Natives" (siehe auch Kapitel 2.4.1.3) klar im Vorteil. Sie sind ja mit dem Internet und der ganzen Informationsflut aufgewachsen und kennen gar nichts anderes.

Der Umgang mit der Informationsflut wird auch anhand nachfolgender Grafik klar:

„Haben Sie das Gefühl, von Informationen überflutet zu werden?“



Quelle: BITKOM / ARIS Umfrageforschung, 2011, Basis: Bevölkerung ab 14 Jahre

**Abbildung 18: Umgang mit der Informationsflut (Scheer 2011b, S. 7)**

#### 2.4.5 FAZIT FLOW UND ALTER

Werden die biologischen und die psychologischen Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Personen untersucht, kann festgestellt werden, dass die beiden voneinander abhängig sind. Der biologische Entwicklungsprozess beeinflusst den psychologischen und umgekehrt. Personen die jünger als Jahrgang 80 sind, konnten bereits mit dem Computer aufgewachsen, was einige grundlegende Unterschiede mit sich bringt Richtung Leichtigkeit in der Anwendung von Computern.

Die Verlangsamung der Reaktionszeiten und des kognitiven Prozesses bei älteren Menschen spricht allerdings nicht gegen die Flow-Fähigkeit am Computer.

Wird das Lernverhalten von Kindern und erwachsenen Personen analysiert, wird deutlich, dass es einen Unterschied darstellt, ob man neues Wissen in eine relativ neue, leere Denkstruktur einfügen kann, die es mit Leichtigkeit aufnimmt, oder ob das Wissen gezielt in eine vorhandene Struktur von Vorwissen integriert werden soll. Dies ist nicht wertend gemeint. Es soll lediglich der Unterschied zwischen den beiden Formen von Wissensaufnahme festgehalten werden.

Für ältere Lernende kann erfreulicherweise festgehalten werden, dass die Steigerungsmöglichkeit von Gedächtnisleistungen grösser ist als bei den jüngeren Lernenden, dies allerdings unter Berücksichtigung der Begrenzung dieser Gedächtnisleistung.

Im Verlaufe der altersmässigen Entwicklung einer Person gibt es unterschiedliche Motive, um sich weiterzubilden. Ist es im Kindesalter die Vorbereitung auf das Leben, werden bei Erwachsenen die Erfahrungen einem "Update" unterzogen.

Empirische Erhebungen haben gezeigt, dass sich die Weiterbildungstätigkeit bei Erwachsenen über die verschiedenen Altersstufen gleichmässig darstellt, und zwar bis ins Alter von etwa 55 Jahren. Danach macht sich eine Abnahme der Weiterbildungstätigkeit bemerkbar. Spätestens nach Eintritt in die Pensionierung wird dieser Unterschied nochmals grösser.

Wird der Zusammenhang zwischen Flow und Begabung von Personen untersucht, stellt man fest, dass begabte Personen besser in den Flow kommen und weniger wieder aus dem Flow herausfallen als weniger begabte Personen. Dies hängt damit zusammen, dass die Begabten die Sache "im Griff" haben und somit auch beim Lösen von Hausaufgaben in den Flow kommen können. So haben sie unter Umständen sogar Spass bei den Hausaufgaben, was bei weniger begabten Personen kaum vorkommen kann.

Beim Umgang mit Medien ist festzustellen, dass selbst "Digital Natives" zum Teil Schwierigkeiten haben, rein digital zu arbeiten. Das heisst, dass selbst jüngere Personen gewisse Dinge lieber auf Papier lesen als auf dem Computer. Meine persönlichen Erfahrungen im Unterricht mit 16- bis 18-jährigen Jugendlichen bestätigt diese Aussage. Wenn ich nicht konsequent digital mit den Lernenden arbeite, möchten sie die Aufgabenstellung lieber auf Papier.

Bei der Nutzung von digitalen Medien hingegen zeigen sich wieder die grossen Unterschiede, die damit zusammenhängen, ob eine Person damit aufgewachsen ist oder nicht. Ältere Personen benützen den PC nur etwa zu einem Drittel, im Vergleich zur Gesamtbevölkerung, die den PC zu 76 Prozent nutzt. So sieht es auch aus bei der Nutzung des Internets. Durch diese fehlende Übung im Umgang mit heutigen Medien erstaunt es nicht, dass ältere Personen mehr Mühe mit der Datenflut haben als jüngere.

An dieser Stelle soll nochmals eine Aussage von Baltes et al. zitiert werden: "Man ist so alt wie man sich fühlt." (Baltes et al. 1994). Veränderungen beginnen schon im frühen Jugendalter – es kommt darauf an, was man daraus macht, was bedeutet, dass ein grosser Spielraum existiert und somit eben psychologische wie auch biologische Grenzen ziemlich weit dehnbar sind.

## 2.5 NEGATIVE AUSWIRKUNGEN VON FLOW

Menschen, die in einer Tätigkeit Flow-Erfahrungen gemacht haben, suchen nach weiteren solchen Erlebnissen. Dies kann sich im Extremfall zu einer Sucht ausweiten (Csikszentmihalyi und Aebli 2005, S. 99). Zahlreiche Bücher und Zeitschriften befassen sich mit diesem Thema. Die Gefahr beginnt bereits beim Heranführen von Jugendlichen an den PC, was sehr sorgfältig und geplant durchgeführt werden sollte (Gelitz 2008). Obwohl zu diesem Zeitpunkt der Fokus noch auf "safer surfen" gelegt wird, werden hier wichtige Weichen gestellt für das spätere Medienverhalten der Kinder. Gelingt der respektvolle und gezielte Umgang mit digitalen Medien, kann der Einsatz von Büchern wie "Computersüchtig – Kinder im Sog der modernen Medien" (Bergmann und Hüther 2006), vermieden werden. Hier spielt Flow eine ganz zentrale Rolle. So toll dieser Zustand für den PC-Benutzer auch sein mag, trägt er hier ein grosses Suchtpotential mit sich. Inken Plöhn, eine Hamburger Pädagogin, weist in ihrer Dissertation darauf hin, dass im Zusammenhang mit Flow auch negative Auswirkungen zu beachten sind (Plöhn 2001), sowie (Plöhn 1998). In diesem Kontext nennt sie auch das Suchtverhalten, bei dem auf der Suche nach Flow nur noch einem einzigen Tätigkeitsfeld nachgegangen wird und andere Tätigkeiten dabei ignoriert werden. Neben der Suchtgefahr nennt sie beispielsweise auch eine Richtungslosigkeit, die durch die intrinsische Motivation entstehen könnte, da eine lernende Person durch den Fokus auf den gerade interessanten Reiz das Endziel aus den Augen verlieren könnte. Den Zusammenhang zwischen Flow und einer kriminellen Handlungen untermauert sie durch das Vorhandensein eines klaren Ziels und des raschen Feedbacks, was sicherlich nicht von der Hand gewiesen werden kann. Diskussionen mit Spielenden und Spieleprogrammierern haben gezeigt, dass alle Personen, die diesen Zustand kennen, ihn mühelos mit Sucht in Übereinstimmung gebracht haben.

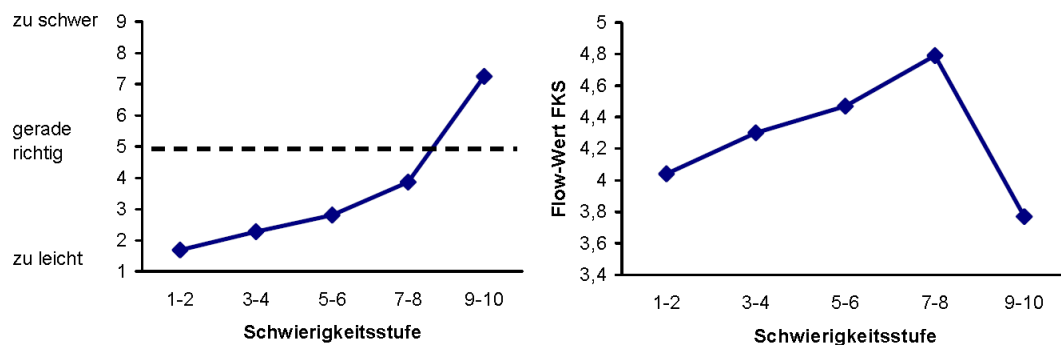
Selbst im Bereich Marketing sind Untersuchungen gemacht worden, die zeigen, dass Flow beispielsweise in der Heimwerkerszene positiv genutzt werden kann, da der Kunde beim Heimwerken in den Flow-Zustand gelangen kann. Unter dem Titel: "Flow erleben durch prosuming" wird beschrieben, dass Kunden, die im Flow sind, mehr Gefallen an ihren Produkten finden (Bruhn 1991). Dadurch besteht die Gefahr, dass sie mehr kaufen, als sie es ursprünglich geplant hatten.

Die Optimierung von Webseiten wurde bereits im ersten Kapitel erwähnt. Hoffman schreibt: "... we may predict that when in flow in a particular Web site, a consumer will be more likely to remember the brand name, feel good about the brand, and be more likely to return on a subsequent occasion" (Hoffman und Novak 1996b). Der Benutzer soll sich also an die Marke erinnern, wodurch er zur Seite zurückkommt und danach öfter und länger auf der Seite bleibt, als er eigentlich ursprünglich wollte. Dies erhöht die Nutzung einer bestimmten Seite und erhöht damit die Gefahr der Sucht.

### 3 FLOW UND COMPUTERSPIELE

Den Zusammenhang zwischen Flow und Computerspielen sieht man sehr schön anhand der Ergebnisse einer Untersuchung von Rheinberg und Vollmeyer. Bei den nachstehenden Grafiken zeigt sich deutlich, dass sich hohe Flow-Werte am ehesten einstellen, wenn im Spiel eine optimale Passung zwischen Fähigkeiten und Anforderungen vorhanden ist (Rheinberg und Vollmeyer 2003, S. 24). Dies zeigt auf, dass auch bei Spielen der Flow-Kanal (siehe auch Kap. 2.2.1) angestrebt werden soll.

Abbildung 19 zeigt, dass mit steigender Schwierigkeitsstufe der Flow-Wert kontinuierlich zunimmt bis zu dem Punkt, wo die Testperson überfordert ist. Dann sinkt der Flow-Wert rasant nach unten.



**Abbildung 19: Flow- Werte beim Spielen, (Rheinberg und Vollmeyer 2003, S. 24)**

Die folgenden Ausführungen sollen einen Überblick geben über mögliche Faktoren, die Flow in Computerspielen beeinflussen. Danach folgt eine Vertiefung in Computerspiele im Zusammenhang mit dem Lernen, und am Schluss wird der Zusammenhang zwischen Spielen und Flow allgemein aufgezeigt.

#### 3.1 SPIELERTYPEN

Nachdem die Prinzipien für ein gutes Spiel den verschiedenen Benutzergruppen zugeordnet wurde, sollen die Benutzer etwas detaillierter unter die Lupe genommen werden. Dazu sollen die Untersuchungen von Frau Oblinger zugezogen werden. Oblinger unterscheidet vier verschiedene Gruppen von Spielern am Computer (Oblinger 2004), wobei die Unterscheidung nach dem investierten Zeitaufwand und der Frustrationstoleranz des Spielers gemacht wird (siehe Tabelle 2):



**Tabelle 2: Unterschiedliche Spielertypen nach Oblinger (Oblinger 2004, S. S. 6)**

<b>Spielertyp</b>	<b>Anteil</b>	<b>Zeitaufwand</b>	<b>Frustrationstoleranz</b>
Leidenschaftlicher Spieler	15%	hoch	hoch
Möchtegern-Spieler	15%	mittel	mittel
Spass-Spieler	25%	gering	mittel - niedrig
Langeweile-Spieler	45%	gering	niedrig

- Der leidenschaftliche Spieler sucht die Herausforderung. Er hat eine hohe Frustrationstoleranz und ist stark intrinsisch motiviert.
- Der Möchtegern-Spieler identifiziert sich stark mit dem leidenschaftlichen Spieler, hat aber eine wesentlich niedrigere Frustrationstoleranz als dieser. Er betrachtet den leidenschaftlichen Spieler als Vorbild.
- Der Spass-Spieler sieht das Spiel als eine von verschiedenen Freizeitbeschäftigungen. Er gibt mehr Geld aus für Spiele, als die beiden zuvor genannten Gruppen.
- Wie der Name sagt, spielt der Langeweile-Spieler aus reiner Langeweile. Er hat weniger Geduld als die anderen Spielergruppen und auch eine niedrigere Frustrationstoleranz.

Diese Unterscheidung nach verschiedenen Spielertypen macht deutlich, wie verschiedene Gruppen von Spielertypen unterschiedlich motiviert sind. Dies wiederum kann in Übereinstimmung zur Passung von Anforderungen und eigenen Fähigkeiten (2.1.1.1) gebracht werden, was dann einen direkten Einfluss auf Flow hat.

### 3.2 SPIELGENRES UND FLOW

Nachfolgend soll zuerst ein Überblick über die gängigsten Spielgenres gegeben werden (Flückiger 2008, S. 16 ff.) und (Crnisanin et al. 2007). Eine trennscharfe Unterscheidung ist kaum möglich, da die meisten Spiele verschiedenen Klassifizierungen zugeordnet werden können und die einzelnen Gruppen nicht klar voneinander abgegrenzt werden können. Danach folgt eine Zusammenfassung, die den Zusammenhang zwischen Flow und den Spielgenres zum Ausdruck bringt.

### 3.2.1 *ACTIONSPIELE:*

Actionspiele fordern vor allem die Reaktion und die Geschicklichkeit des Spielers. Er lenkt in Echtzeit eine Spielfigur oder ein Fahrzeug und versucht auf irgendeine Art das Spiel zu überstehen. Typische Vertreter dieses Genres sind:

- First-Person Shooter
- Beat 'em Up
- Jump and Run
- Sportspiele

### 3.2.2 *ABENTEUERSPIELE:*

Abenteuerspiele werden auch als Adventures bezeichnet. Bei diesen Spielen steht die Handlung im Vordergrund. Der Spieler schlüpft in eine Rolle und versucht ein Rätsel oder ein Puzzle zu lösen. Vertreter dieses Genres sind die Klassiker der Computerspielegeschichte: "Monkey Island" oder "Maniac Mansion".

### 3.2.3 *ROLLENSPIELE:*

Bei den Rollenspielen übernimmt der Spieler die Rolle von Spielfiguren, die nach klaren Regeln eingesetzt werden können. Bekannte Vertreter dieser Kategorie sind:

- "Dungeons & Dragons"
- "Das Schwarze Auge"
- Massively Multiplayer Online Role-Playing Game (MMORPG), wie zum Beispiel das Spiel "World of Warcraft"

Oft liegt der Reiz in diesen Spielen darin, den Spielcharakter immer besser auszurüsten und mit immer neueren Fähigkeiten zu versehen.

### 3.2.4 *SIMULATIONEN:*

Die neuesten Simulationen, neben Flugsimulatoren und Autosimulatoren, sind die im Moment sehr verbreiteten Lebenssimulationen, wie zum Beispiel "The Sims". In diesen Spielen wird ein ganzes Leben virtuell abgebildet und gestaltet. Der Spieler interagiert dabei als virtuelle Spielfigur mit anderen Spielern. "Second Life" ist ein weiteres Beispiel für eine Simulation in der Onlinewelt.

### 3.2.5 *STRATEGIE- UND AUFBAUSPIELE:*

In diese Kategorie werden wirtschaftliche und strategische Entscheidungen und deren Auswirkungen mit einem oder mehreren Gegnern in einer virtuellen Welt aufgezeigt. Dabei können Auswirkungen von verschiedenen Szenarien auf die Wirtschaft verdeutlicht werden. Ein Beispiel dafür ist "Oekowi". Bei "Oekowi"

handelt es sich um eine Simulation, die ökologische und ökonomische Zusammenhänge aufzeigt.

Für Computerspiele existiert keine wissenschaftlich anerkannte Einteilung. Aus diesem Grund ist es unter Umständen sinnvoll, sich auf die einzelnen Merkmale zu konzentrieren, anstatt das Spiel einem Genre zuzuteilen.

### 3.2.6 ZUTEILUNG DER GENRES ZU FLOW

Marius Flückiger hat sich in seiner Masterarbeit für die Herstellung eines Spiels mit den Spielgenres auseinandergesetzt. Dabei hat er einen Vergleich der verschiedenen Spielgenres mit den Flow-Faktoren (vergleiche auch Kapitel 2.1) gemacht und in einer Tabelle dargestellt. Seine Übersicht ist in nachfolgender Tabelle ersichtlich:

**Tabelle 3: Spielgenres und Flow (Flückiger 2008, S. 46)**

<b>Spielgenre</b>	<b>spricht für Flow</b>	<b>spricht gegen Flow</b>
Action-Spiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immersion</li> <li>• Kontrollgefühl</li> <li>• klare Ziele</li> <li>• hohe Konzentration</li> <li>• Schwierigkeit anpassbar</li> <li>• kurze Spieldauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• meist geringe Handlungsfreiheit</li> </ul>
Abenteuerspiele		<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Handlungsfreiheit</li> <li>• wenig Kontrollgefühl</li> <li>• geringe Konzentration</li> <li>• Ziele nicht immer klar</li> <li>• lange Spieldauer</li> </ul>
Rollenspiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grosse Handlungsfreiheit</li> <li>• soziale Interaktion (Online-Rollenspiele)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele nicht immer klar</li> <li>• für Anfänger oftmals zu komplex</li> <li>• geringe Konzentration</li> <li>• lange Spieldauer</li> </ul>
Simulationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grosse Handlungsfreiheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele nicht immer klar</li> <li>• lange Spieldauer für Anfänger oftmals zu komplex</li> <li>• Immersion</li> <li>• geringe Konzentration</li> </ul>
Strategie und Aufbauspiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grosse Handlungsfreiheit</li> <li>• Konzentration (Echtzeit-Strategie)</li> <li>• Kontrollgefühl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lange Spieldauer</li> </ul>
Sonstige Spiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurze Spieldauer (Puzzles, Sportspiele)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Immersion (Denkspiele, Schach)</li> </ul>

### 3.2.7 FAZIT GENRES:

Nach dieser Aufstellung befand Flückiger (Flückiger 2008, S. 47) Action- und Strategiespiele als besonders geeignet für die Erzeugung von Flow. Da jedoch Strategie- und Aufbauspiele meist stundenlang dauern, entschied er sich schlussendlich für den Einsatz eines Actionspiels für seine Erhebungen.

## 3.3 PRINZIPIEN, DIE EIN GUTES SPIEL AUSMACHEN

Laut James Paul Gee gibt es 36 Prinzipien, die ein gutes Spiel ausmachen (Gee 2003). Dreizehn davon sind gemäss Schwan (Schwan 2006) besonders relevant. Sie lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Prinzipien, die dem Spieler Handlungsspielräume eröffnen
- Prinzipien, welche die Problemlösung fördern
- Prinzipien, die das Verständnis fördern

<b>Handlungsspielraum</b>	<b>Problemlösung</b>	<b>Verständnisförderung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spieler als Produzent</li> <li>• Gewohnheiten und persönlicher Stil</li> <li>• Identität</li> <li>• Manipulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstrukturierte Probleme</li> <li>• Feedback</li> <li>• Spielstufen</li> <li>• Instruktionen</li> <li>• Begrenzte Komplexität</li> <li>• Sandkastenbedingungen</li> <li>• Fertigkeiten spielbezogen üben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemdenken fördern</li> <li>• Erfahrungen machen lassen</li> </ul>

Bei der Entwicklung eines Lernspiels sollten diese Prinzipien eingehalten werden, um ein Spiel unterhaltsam und damit erfolgreich zu machen.

### 3.4 UMSETZUNG VON FLOW-ELEMENTEN IN COMPUTERSPIELEN

Ein Forscherteam von der Universität in Queensland, Australien, befasste sich mit dem Thema, Flow-Elemente in Spiele zu integrieren. Sweetser → Wyneth entwickelten das Modell "GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games" (Sweetser und Wyeth 2005). In diesem Modell geht es um die Umsetzung der Flow-Elemente in einem Spiel, zu vergleichen mit den Flow-Faktoren, Kap. 2.1.

Philipp Kräutli zitiert die Prinzipien in seiner Masterarbeit wie folgt: (Sweetser und Wyeth 2005, Kräutli 2009, S. 18)

- **Konzentration**  
Ein Spiel sollte Konzentration erfordern, und der Spieler sollte in der Lage sein, sich auf das Spiel zu konzentrieren.
- **Herausforderung**  
Ein Spiel sollte in einem den Fähigkeiten des Spielers angemessenen Mass herausfordernd sein.
- **Fähigkeiten des Spielers**  
Ein Spiel sollte die Entwicklung der Fähigkeiten des Spielers unterstützen.
- **Kontrolle**  
Der Spieler sollte ein Gefühl der Kontrolle über seine Aktionen im Spiel haben.
- **Klare Ziele**  
Ziele sollen für den Spieler klar verständlich und zum richtigen Zeitpunkt ersichtlich sein.
- **Feedback**  
Der Spieler sollte über seine Aktionen unmittelbar Rückmeldung erhalten.
- **Immersion**  
Der Spieler soll mühelos in das Spiel eintauchen können.
- **Soziale Interaktion**  
Ein Spiel sollte Möglichkeiten zur sozialen Interaktion bieten.

### 3.5 OPTIMIERUNG VON SPIELEN AUF FLOW

Wie im Buch "Flow im Beruf – das Geheimnis des Glücks" zeigt Csikszentmihalyi, wie eine Anpassung erfolgt, wenn man aus dem Flow-Kanal herausgekommen ist, um wieder herein zu kommen. Die nachfolgende Grafik stellt diesen Zusammenhang dar.

In Abbildung 20 ist der Punkt A1 in der Flow-Zone. Die Anforderungen sind klein, aber auch die Fähigkeiten sind niedrig. Nun kann sich die Situation in zweierlei Hinsicht aus dem Flow-Kanal heraus bewegen. Einerseits, indem die Person ihre Fähigkeiten entwickelt, die Herausforderungen aber gleich bleiben. Punkt A2 zeigt diesen Zustand der Langeweile. Die zweite Möglichkeit ist der Anstieg der Herausforderungen bei gleichbleibenden Fähigkeiten. Hier besteht eine Überforderung und A3 steht dann auch im Bereich Angst. Ausgehend von A2 müssen die Herausforderungen wachsen, damit die Langeweile vergeht. Bei A3 hingegen müssen die Fähigkeiten besser werden, damit die Person zurück in den Flow-Kanal kommt.

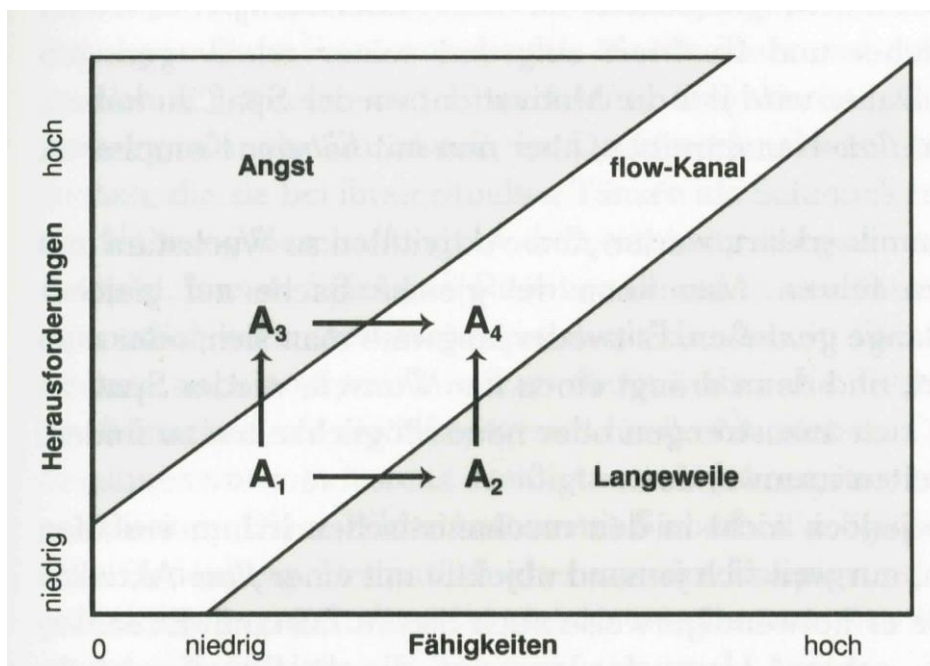


Abbildung 20: Flow-Anpassung, (Csikszentmihalyi 2004, S. 107)

Die Anpassung der Spiele auf Flow kann gemäss Chen (Chen 2006) auf zwei Arten erfolgen: passiv oder aktiv. Bei der passiven Anpassung sammelt das Programm Daten über den Spielverlauf und passt diese an die Fähigkeiten des Spielenden an. Bei der aktiven Anpassung tut der Spieler dies selbst, indem er in regelmässigen Abständen aufgrund der aktuellen Situation Anforderungen mit seinen Fähigkeiten vergleicht und entsprechend den nächsten Schritt plant.

### 3.5.1 AKTIV

Bei der aktiven Anpassung wählt der Spieler also seinen Weg durch das Spiel selber, indem er in kurzen Zeitabschnitten überprüft, ob das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen aus dem Spiel und seinem eigenen Können noch übereinstimmt. Damit behält er die Kontrolle über das Spielgeschehen und ist optimal gefordert.

Es muss also möglich sein, im Spiel verschiedene Schwierigkeitsgrade mit unterschiedlichen Tempos zu spielen, um diese Anpassung vollziehen zu können. Die Häufigkeit, in der diese Wahl getroffen werden kann, ist sehr wichtig, um im Flow-Kanal zu bleiben. Hat der Spieler zu lange keine Möglichkeit, Anforderung und Können in Einklang zu bringen, besteht die Gefahr, dass er aus dem Kanal herausfällt, weil er unter- oder überfordert ist. Ist die Wahlmöglichkeit zu oft vorhanden, kann sie den Flow-Zustand direkt stören, weil der Spieler ja im Flow-Zustand nicht in der Lage ist zu reflektieren. Um nun die Auswahl treffen zu können, wird er zwangsläufig aus dem Flow herausfallen.

Abbildung 20 visualisiert sehr schön, dass es viele verschiedene Wege gibt, sich auch innerhalb des Flow-Kanals zu bewegen, respektive Wege aus dem Flow-Kanal heraus und wieder zurück zu finden. Jeder Pfeil steht dabei für einen Zeitabschnitt, in dem sich eine Person auf eine Aktivität konzentriert. Am Ende des Pfeils hält die Person inne und analysiert die aktuelle Situation. Aufgrund der aktuellen Analyse nimmt sie den nächsten Schritt vor. Je nach vorliegenden Anforderungen und vorhandenen Fähigkeiten ist dieser Weg von Person zu Person unterschiedlich.

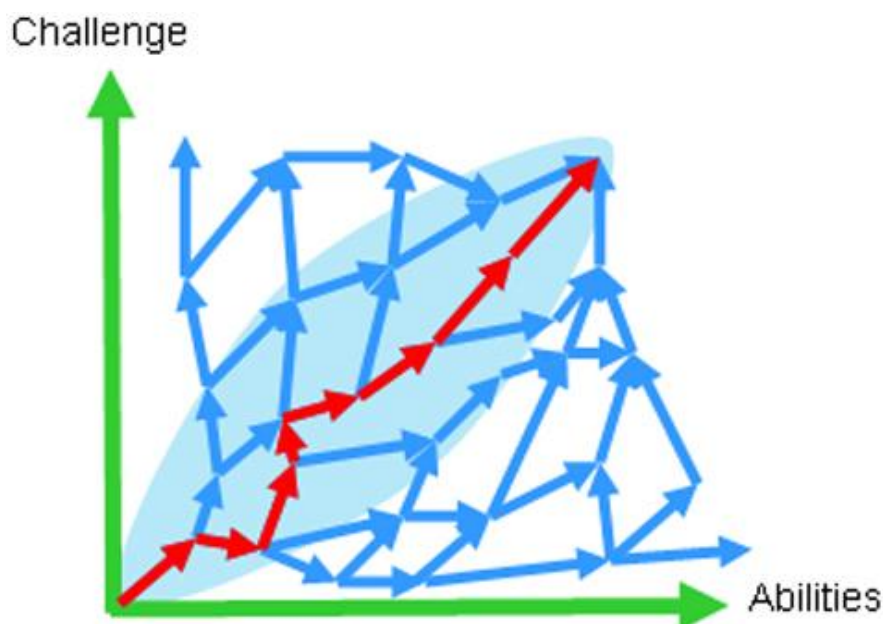


Abbildung 21: Flow Kanal bei aktiver Flow-Anpassung (Chen 2006)

### 3.5.2 PASSIV

Bei der passiven Anpassung wird die Anpassung von der benutzten Software gemacht. Chen (Chen 2006) zeigt vier verschiedene Phasen auf, die wie folgt in einem Zyklus ablaufen.:

1. In der ersten Phase werden im Spiel Rohdaten gesammelt durch das Spielen.
2. Die Flow-relevanten Daten vom Überwachungssystem werden an das Analysesystem weitergeleitet und ausgewertet.
3. Das Analysesystem leitet die Flow-beeinflussenden Änderungen an das Spielsystem weiter.
4. Das Spielsystem passt mit den Informationen vom Analysesystem das Spiel an.

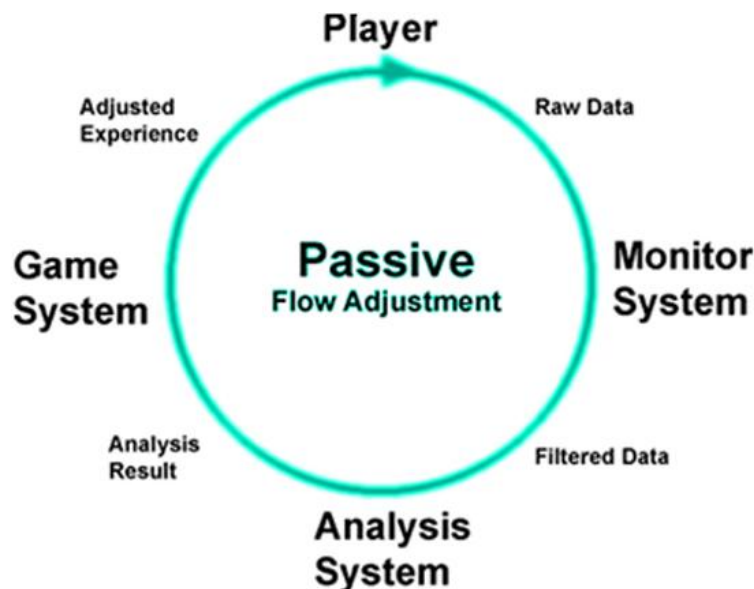


Abbildung 22: Passive Flow-Anpassung, (Chen 2006, S. 12)

Bei dieser passiven Anpassung durch das Spiel, zeigen sich folgende Nachteile:

Zu Punkt 1:

Das Spiel weiss nicht, was der Spieler denkt. Die Methoden zur Erfassung der Flow-beeinflussenden Faktoren sind noch nicht genügend ausgereift. (Dies ist ja mit ein Grund, weshalb diese Forschungsarbeit lanciert wurde.)

Zu Punkt 2:

Die gemessenen Daten sind Spielereignisse aus dem Spiel, wie zum Beispiel "Total Kills" oder Anzahl "Headshots", die oft keinen direkten Zusammenhang zum Flow haben.



Zu Punkt 3:

Die Analyse der Daten basiert auf Annahmen. Da es aber Spieler gibt, die es genießen, bei einem Autorennen in eine Mauer zu fahren, ist das nicht zwingend ein Flow-mindernder Faktor.

Zu Punkt 4:

Die möglichen Anpassungen im Spiel sind vorgegeben und allenfalls nicht geeignet, um Flow zu begünstigen.

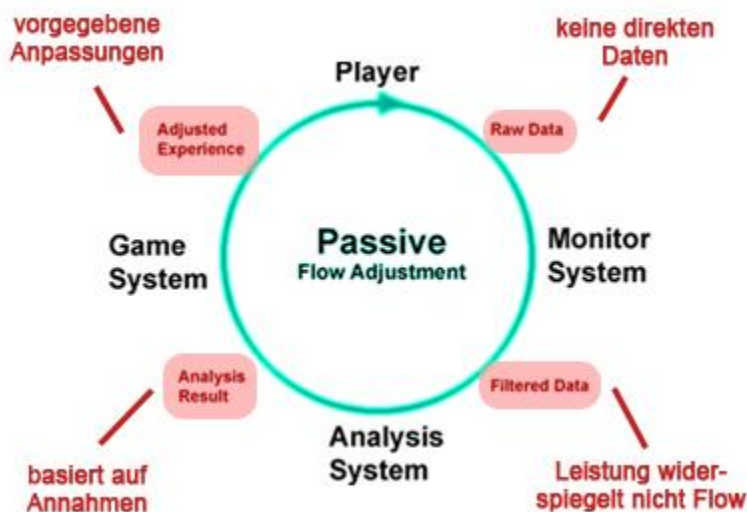


Abbildung 23: Probleme bei der passiven Flow Anpassung, (Chen 2006)

### 3.6 MACHEN LERNSPIELE WENIGER SPASS?

Nachdem aufgezeigt werden konnte, wie Spiele auf Flow optimiert werden können, stellt sich die Frage, ob der Spielende einen Unterschied macht zwischen Lernspiel und "normalem" Spiel, das heisst einem Spiel, in dem keine Lerninhalte vermittelt werden und das vor allem Spass machen soll. Wie empfinden eigentlich die Lernenden das spielerische Lernen? Macht ein Lernspiel gleich viel Spass wie ein "normales" Spiel? Im Rahmen dieses Forschungsprojektes konnte eine Gruppe von drei Informatikstudenten gewonnen werden, sich im Rahmen einer Seminararbeit mit dieser Frage auseinander zu setzen.

Sie entwickelten ein Spiel, das in zwei Varianten von Testpersonen ausprobiert wurde. Bei der einfachen Variante war es ein reines Puzzle, ohne jeglichen Lerneffekt. Die zweite Variante wurde mit Lerninhalten angereichert. Die Themen waren mathematische Brüche oder Masse aus der Informatik, die in der richtigen Reihenfolge angeordnet werden mussten.



Abbildung 24: Handyspiel mit und ohne Lernfunktion .

Obwohl die Lösung des Spiels eine fast identische Aufgabe erforderte, schnitt das Lernspiel in der Bewertung schlechter ab als das Spiel ohne lerntechnische Absichten. Die Testpersonen des Lernspiels wussten von Anfang an, dass es sich bei ihrem Spiel um ein Lernspiel handeln würde. Die Untersuchung zeigte, dass das Lernspiel tendenziell weniger Spass bereitete als das reine Spiel (Bernet et al. 2006, S. 24), obwohl die Vorgehensweise, um das Spielziel zu erreichen, bei beiden Spielen mit denselben Manipulationen am Handy erreicht werden konnte.

Dies lässt Parallelen erkennen zu einer Erkenntnis von Csikszentmihalyi aus dem Buch "Flow im Beruf. Das Geheimnis des Glücks am Arbeitsplatz", die besagt, dass Personen in bestimmten Situationen während der Arbeitszeit weniger Flow empfinden als in vergleichbaren Situationen in der Freizeit (Csikszentmihalyi 2004).

### 3.7 GAME BASED LEARNING IN UNTERNEHMUNGEN

Nachdem aufgezeigt wurde, wie Flow in Spielen umgesetzt werden kann und auf welche Art die Anpassung erfolgt, sollen Beispiele von Lernspielen, die in Unternehmen im Einsatz sind, gezeigt werden. Danach folgt eine empirische Untersuchung darüber, inwiefern Game Based Learning in Schweizer Unternehmen zum Einsatz kommt.

### 3.7.1 BEISPIELE DES EINSATZES VON GAME BASED LEARNING IN UNTERNEHMUNGEN

Thomas Keller, Fabian Rutishauser und Dennis Weiss (Keller et al. 2006a) wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts mit einer Seminararbeit beauftragt, um herauszufinden, inwiefern Computerspiele in heutigen Unternehmen im Einsatz sind. Die Gruppe hat konkrete Beispiele gesucht, die bereits in Unternehmen im Einsatz sind. Die Beispiele sollen hier stellvertretend zitiert werden (Keller et al. 2006a, S. 8,9):

- Cisco: Um eine Invasion von Aliens auf der Erde abzuwehren, muss der Spieler, ein Netzwerk Ingenieur, eine Serie von WiFi Transmittern und Switches innerhalb des Schiffes der Ausserirdischen installieren. Das primäre Ziel dieses Spieles ist die Vermittlung der Grundlagen von drahtlosen Netzwerken. .
- Volvo: In einem simulierten Autoverkaufsraum müssen sich die Spieler durch verschiedene Spielebenen arbeiten, Puzzles lösen und den potentiellen Käufern mit Antworten zur Seite stehen. Die Spiele vermitteln den Verkäufern unter anderem Wissen im Bereich des Datenschutzes, des Kreditwesens und der Kundenbetreuung.
- Intel: Einsatz eines Spieles zur Sensibilisierung der Mitarbeiter mit dem Thema der IT-Sicherheit. Grundlage ist ein Rollenspiel innerhalb einer Detektivgeschichte. Abbildung 25 zeigt einen Screenshot dieses Spiels.



Abbildung 25: Abb. IT-Security Game (Intel) (Keller et al. 2006a, S. 7)

- PriceWaterhouseCoopers: Mit Insidern werden Derivat-Händler in der Benutzung von Finanzprodukten zur Absicherung gegen Zinsschwankungen, resp. Währungs-risiken, ausgebildet.
- Baugewerbe: In ‚Site Safety‘, (siehe Abbildung 26), einem 3D Game, muss der Spieler als Sicherheitsinspektor auf einer Baustelle potentielle Gefahren identifizieren und einschätzen.



Abbildung 26: Abb. Site Safety Game (Keller et al. 2006a, S. 8)

- Verarbeitende Industrie: Mit ‚LearningBeans‘ steht eine sehr detailgetreue Umgebung zur Verfügung, um den Spieler in den Bereichen Sales, Marketing, HR, Finance, Produktion, Vertrieb und Absatzplanung weiterzubilden.
- British Telecom: In ‚Better Business Game‘ muss der Spieler in der Rolle eines CEO Probleme lösen. <http://www.socialimpactgames.com/>

Mandl und Haense (Mandl und Haense 2010) stellen für die betriebliche Weiterbildung sogenannte Learning Adventures vor. In Learning Adventures werden realitätsnahe Probleme aus dem beruflichen Alltag abgebildet und anhand eines Spiels trainiert. Hier können zum Beispiel Dialoge mit Kunden oder Auftraggebern konkret anhand einer Simulation geübt werden. Da die Situationen verhaltensorientiert vermittelt werden, können sie unmittelbar danach im betrieblichen Alltag umgesetzt werden.

### 3.7.2 EINE STICHPROBE ÜBER DEN EINSATZ IN SCHWEIZER UNTERNEHMUNGEN

Für die empirische Untersuchung wurden 550 Unternehmen angeschrieben. 350 per E-Mail und 200 per Brief. Es wurde ein Fragebogen versendet, der Klarheit darüber bringen sollte, inwiefern Game Based Learning im Einsatz ist und wie Schweizer Firmen dazu eingestellt sind. Die Umfrage erhebt nicht den Anspruch auf Repräsentativität, gibt aber einen schönen Einblick, wie Firmen zu dem Thema Game Based Learning stehen..

Die befragten Firmen waren von unterschiedlicher Grösse. Abbildung 27 gibt Auskunft über die Grössenverteilung der angeschriebenen Firmen.

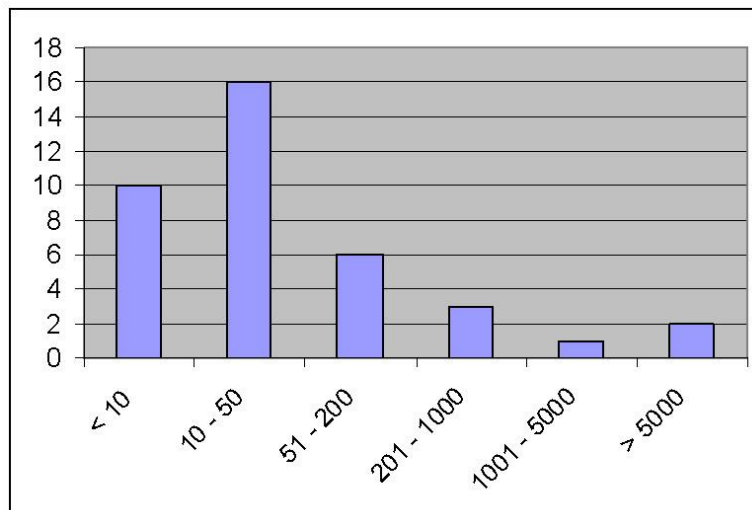


Abbildung 27: Analyse der Unternehmungsgrösse (Keller et al. 2006a, S. 14)

Die Analyse der Branchen zeigt in Abbildung 28, dass das Gros der involvierten Firmen sich in der Dienstleistungsbranche befindet, respektive in der Telekom und Informatik.

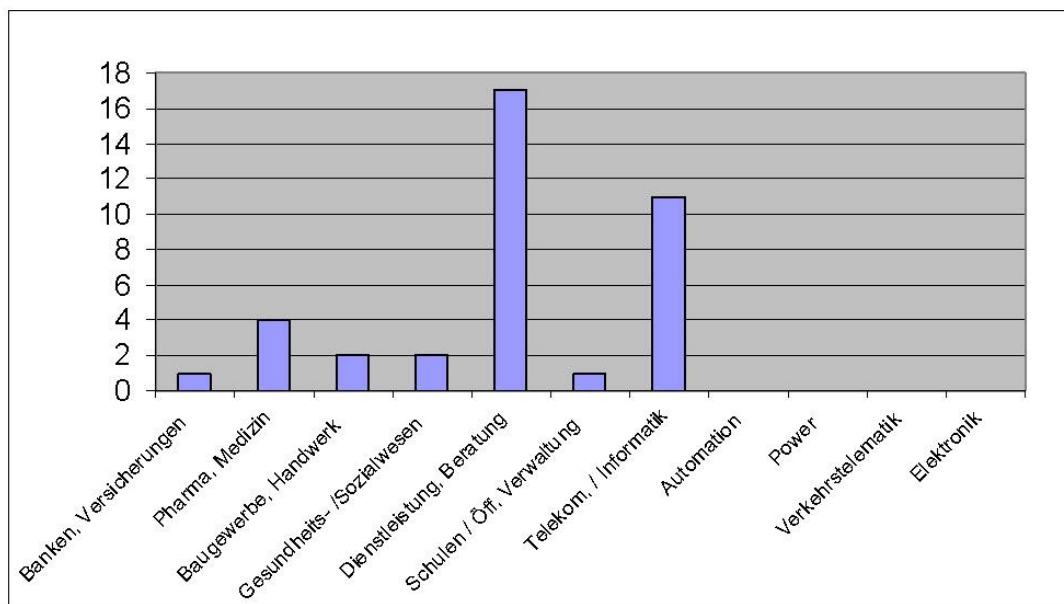


Abbildung 28: Analyse der Branchen der Untersuchung (Keller et al. 2006a, S. 13)

Bezüglich des Einzugsgebiets hatte es eine ausgewogene Verteilung gegeben. Abbildung 29 zeigt eine Verteilung von lokal bis zu weltweit tätigen Unternehmungen, wobei die Mehrheit der Unternehmungen national tätig war.

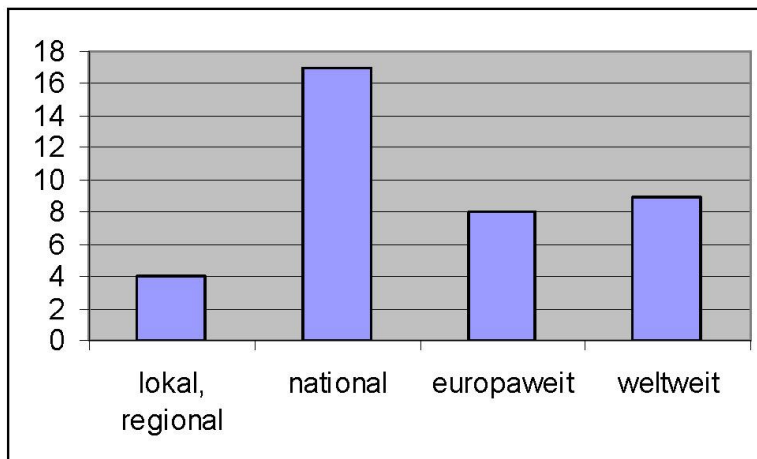


Abbildung 29: Tätigkeitsfeld der untersuchten Unternehmen (Keller et al. 2006a, S. 14)

Wie im Absatz 3.7.1 gezeigt, existieren schon sehr schöne Beispiele von Game Based Learning Einheiten. Leider konnte bei den teilnehmenden Firmen kein Beispiel gefunden werden, wo ein solches Spiel im Einsatz steht.

Dies ist das Fazit der Seminargruppe:

"Die Umfrage zeigt ein deutliches Resultat: Game Based Learning wird nicht eingesetzt, bzw. Game Based Learning ist als Begriff und Lernmethode noch weitgehend unbekannt."(Keller et al. 2006b).

### 3.7.3 ANALYSE DER ERGEBNISSE

Zur Begründung der Situation sollen fünf Gründe aufgeführt werden, die bei der Befragung herausgekommen sind.

1. 'Bis anhin unbekannt'
2. 'Bis heute noch nie etwas von GBL gehört'
3. 'bisher interne Weiterbildungsabende sowie Weiterbildung diverser Anbieter'
4. 'da noch unbekannt'
5. 'Der Begriff ist mir neu (Computer oder Internet Based Learning hingen setzen wir ein)'

Aus persönlichen Diskussionen mit Unternehmern aus dem Automobilgewerbe habe ich die Erfahrung gemacht, dass vor allem Unternehmer von kleinen und mittelgrossen Unternehmen die Ansicht vertreten: "Mitarbeitende sind nicht zum Spielen da, die müssen ja arbeiten."

### 3.8 FAZIT FLOW UND COMPUTERSPIELE

In diesem Kapitel konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, Flow in Computerspielen zu begünstigen, indem ein Spiel gezielt auf die verschiedenen Spielertypen angepasst wird (siehe Kapitel 3.1). Durch den gezielten Einsatz von Flow-begünstigenden Spielgenres, fällt es den Benutzern zusätzlich leichter in den Flow zu kommen. Werden Flow-begünstigende Spielgenres eingesetzt, kann zusätzlich Flow gefördert werden (Kapitel 3.2).

Bei der Optimierung von Spielen auf Flow, sollte die Anpassung des Spiels auf das Können der Benutzer durch das Spiel selber erfolgen. Bei der Passiven Anpassung wird der Benutzer gebeten, eine Reflexion vorzunehmen. Dies führt vor allem kurzzeitig zu einem Unterbruch des Flow-Zustands, kann ihn aber nachhaltig verbessern (Kapitel 3.5).

Leider sind schweizerische Unternehmungen noch eher zurückhaltend im Einsatz von Game Based Learning Spielen. Wahrscheinlich braucht es zuerst ein paar tragende Beispiele, die aufzeigen, wie gross der Nutzen solcher Spiele sein kann. Dies relativiert auch ein wenig die doch grossen Kosten, die mit der Entwicklung eines solchen Spiels anfallen. Die Kosten sind auch mit ein Grund, weshalb digitale Lernspiele technisch meist nicht mithalten können (Haense und Mandl 2010, S. 35)

"Rather than simply giving a quiz after a training course, try using a quiz game with scoring. Even though you are still only asking questions, you will get better engagement simply because it's a game." (Ben Sawyer, Serious Games Organisation)

Das Engagement, das Ben Sawyer in diesem Zitat beschreibt, zeigt den Zusammenhang der Passung zwischen Anforderungen und Können auf. Wie im Kapitel 2.1.1.1 gezeigt, ist dies eine wichtige Voraussetzung für Flow.

## 4 MESSMETHODEN

Damit Flow bewiesen werden kann werden Instrumente benötigt, die das Vorhandensein des theoretischen Konstrukts von Flow erkennen können. In den Verhaltenswissenschaften wird allerdings nur beobachtbares Verhalten als zulässige Datenbasis anerkannt (Csikszentmihalyi 1999a, S. 12). Beim Flow handelt es sich aber, wie bereits im Kapitel 2 festgehalten, um einen Zustand, der sich in der Psyche des Menschen abspielt. Somit wird es nötig sein, von den Testpersonen ein Feedback über ihren Zustand zu bekommen.

In diesem Kapitel sollen verschiedene Messmethoden analysiert werden, um festzustellen, inwiefern sie sich eignen, um an dieses Feedback heranzukommen; sei dies durch Befragung der Person selber oder durch Erhebung der Körpersignale der Person, die sich gerade im Flow befindet.

Im Rahmen dieser Arbeit werden folgende drei Hauptgruppen von Messmethoden unterschieden:

- Persönliche Messmethoden
- Biofeedback-Methoden
- Neurofeedback-Methoden

In persönlichen Messmethoden, wie zum Beispiel Interviews oder Fragebögen, beschreibt die befragte Person ihren Zustand selber. Dies unterscheidet sich grundsätzlich von den Methoden, bei denen Körpersignale gemessen werden und der Körper selber eine Antwort auf die gestellten Fragen gibt. Wie diese Körpersignale dann interpretiert werden können wird im Kapitel 4.4 beschrieben.

Mit Biofeedback-Methoden sind sämtliche Körpersignale gemeint, die festgehalten werden können, wogegen bei den Neurofeedback-Methoden der Fokus auf Hirnaktivitäten liegt (Demos 2005).

Da es schon viele verschiedene Beispiele für die Erhebung von Flow durch persönliche Messmethoden gibt, wie zum Beispiel von Csikszentmihalyi (Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi 1975), Rheinberg (Rheinberg et al. 2003), Schallberger (Schallberger 2000) oder Engeser (Engeser et al. 2005), um hier nur einige zu nennen, ist es natürlich spannend, herauszufinden, was für Körpersignale im Flow-Zustand gemessen werden können. Der grosse Vorteil der Messung von Körpersignalen liegt nämlich darin, dass die Testperson im Flow bleiben kann, während die Messung stattfindet.



## 4.1 PERSÖNLICHE MESSMETHODEN

Bei den persönlichen Messmethoden werden mehr oder weniger strukturiert Informationen von den betroffenen Personen gesammelt. Angefangen mit persönlichen Interviews, geht es über Fragebogen, die innert kurzer Zeit ausgefüllt werden können, zur computerunterstützten Methode (ESM), bei der Testpersonen auch über längere Zeitspannen untersucht werden können.

Die persönlichen Messmethoden sind die am weitesten verbreiteten Methoden, um das Vorhandensein von Flow festzustellen. Sie werden in folgende Kategorien eingeteilt:

- Interviews
- Fragebogen
- (Experience Sampling Method) ESM

Zu den hauptsächlichen Vorteilen gehört die einfache Handhabung dieser Messmethoden. Da nur wenig Infrastruktur benötigt wird, sind sie rasch zur Hand und können mit normalen statistischen Methoden ausgewertet werden.

Leider haben diese Messmethoden einen entscheidenden Nachteil: Durch die Befragung oder Selbstuntersuchung soll die untersuchte Person über den eigenen Zustand Auskunft geben. Wie im Kapitel 0 beschrieben, handelt es sich beim Flow aber um einen reflexionsfreien Zustand. Das bedeutet, dass die Testperson durch die Reflexion zwingend aus dem Flow herausgerissen wird.

Ein weiterer Nachteil liegt in der zeitlichen Verschiebung zwischen dem Zustand und dem Festhalten des Zustands. Es entsteht also eine zeitliche Lücke zwischen Erfahrung und Erfassung des Erlebten. Zu guter Letzt sei die Subjektivität erwähnt, die im Kapitel 2.2.1 "Diagonalmodell" beschrieben wird.

### 4.1.1 INTERVIEWS/BEOBSACHTUNG

Mittels persönlicher Befragung in einem Interview kann sehr gut herausgefunden werden, ob eine Person im Flow war oder nicht. Man stellt Fragen zusammen, die Aufschluss über das Vorhandensein der Flow-Faktoren gemäss Kapitel 2.1 gibt und kann so feststellen, ob Flow eingetreten ist, oder nicht.

Die Beobachtung einer Versuchsperson hat den Vorteil, dass die untersuchte Person nicht gestört wird, beziehungsweise der Flow-Zustand nicht unterbrochen wird. Damit selbst die untersuchende Person nicht störend wirkt, kann die gesamte Aktivität der Testperson mit einem Videogerät aufgezeichnet werden. Die Analyse der Aktivität kann so zu einem späteren Zeitpunkt in aller Ruhe erfolgen (Böttcher 2006). Bei der Beobachtung einer Person gibt es allerdings ei-

nen grossen Spielraum von Fehlinterpretationsmöglichkeiten, denn viele Körpersignale können auf verschiedene Weise interpretiert werden.

#### 4.1.2 FRAGEBOGEN

Mit dem Fragebogen wird die Datenerfassung bei der Testperson weiter strukturiert. Die Erfassung erfolgt je nach Versuchsanordnung direkt nach der Tätigkeit, oder allenfalls nach einem bestimmten Ablauf auch etwas später. Hier werden allfällige Pausen, die sich durch die Tätigkeit selber ergeben, genutzt. Ist dies nicht möglich, muss damit bis zum Abschluss der Aktivität gewartet werden. Je grösser die Zeitspanne zwischen der Tätigkeit und dem Ausfüllen des Fragebogens ist, desto grösser wird die Gefahr, dass Einzelheiten vergessen werden oder sich Ungenauigkeiten einschleichen. Zusätzlich kann die Aktivität auch auf Video aufgezeichnet werden, damit beim Ausfüllen des Fragebogens die Aktivität Schritt für Schritt durchgegangen werden kann. So steigt die Erinnerung an die Erlebnisse in der Aktivität und die Reflexionsphase wird dadurch präziser.

Eigene Erhebungen haben gezeigt, dass sich eine Testperson erst nicht sicher war, ob sie zu einem bestimmten Moment die Zeit aus den Augen verloren hatte oder nicht. Nachdem sie sich jedoch selber auf dem Video, im Kontext mit der konkreten Spielsituation, auf dem Bildschirm gesehen hatte, konnte sie sich sehr genau daran erinnern, wie sie die Situation empfunden hatte, obwohl die Gefühle nicht mitaufgezeichnet werden konnten.

Das nachfolgende Bild zeigt eine solche Versuchsanordnung. Das Programm Morae ermöglicht es, während des Startens eines Programms die Aktionen am Computer inklusive Bild des Benutzers aufzuzeichnen.

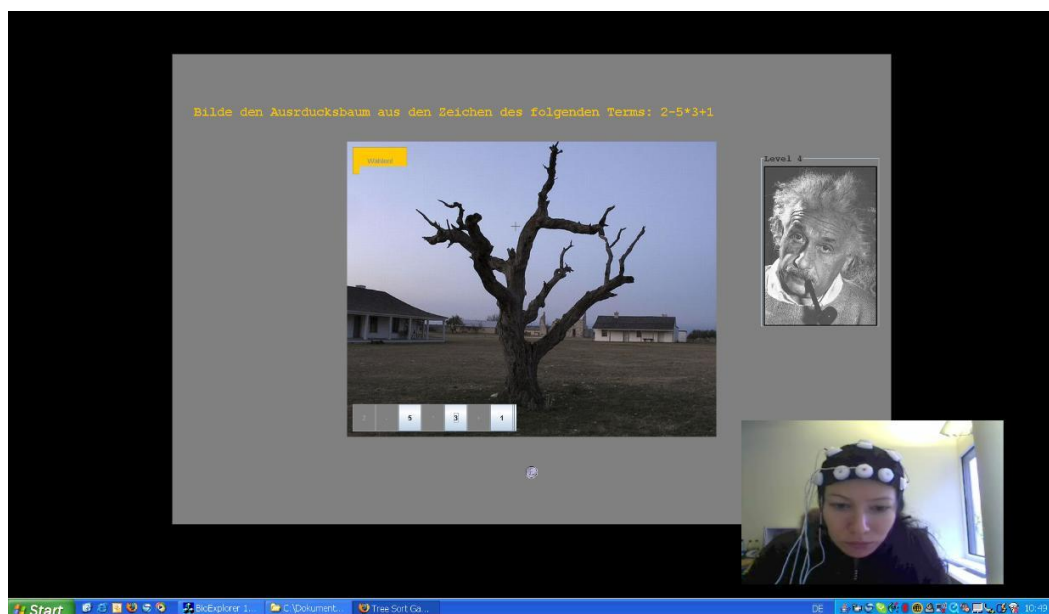


Abbildung 30: Aufzeichnung einer Testmessung von Christine Richartz mit Morae

#### 4.1.2.1 ALLGEMEINE FRAGEBOGEN

Die einfachste Form von Fragebogen sind mit offenen Fragen formuliert worden. Auf diese Weise können zwar qualitative Fragen beantwortet werden, allerdings ist es sehr zeitaufwändig und kompliziert, sie anschliessend auszuwerten.

Strukturiert man Fragebogen, erlauben sie eine Erhebung des mentalen Zustands einer Testperson auf eine effiziente Art. Auch die Auswertung nimmt somit weniger Zeit in Anspruch.

Als Beispiel für einen strukturierten Fragebogen wurde in den Untersuchungen von Toggweiler (Toggweiler 2009) und Kräutli (Kräutli 2009) der PANAS Fragebogen verwendet, um herauszufinden, ob jemand positiv oder negativ eingestimmt war (siehe auch (Krohne 1996) und (Brandstätter 2006)). PANAS steht für "Positive Affect Negative Affect Schedule", was sehr deutlich den Unterschied zwischen freudiger Erregung und Begeisterung auf der einen Seite oder einer ängstlichen Stimmungslage, wie Gereiztheit und Verärgerung auf der anderen Seite aufzeigt. Diese Erkenntnisse können dann mit dem Flow-Kanal (Siehe Kap 2.2.1) verglichen werden.

Der PANAS besteht aus zwölf Adjektiven, über die Auskunft gegeben wird. Sechs davon sind positive Aspekte (PA), sechs sind negative Aspekte (NA):

- |                 |           |
|-----------------|-----------|
| 1. interessiert | (positiv) |
| 2. stark        | (positiv) |
| 3. ängstlich    | (negativ) |
| 4. feindselig   | (negativ) |
| 5. begeistert   | (positiv) |
| 6. bekümmert    | (negativ) |
| 7. wach         | (positiv) |
| 8. nervös       | (negativ) |
| 9. entschlossen | (positiv) |
| 10. verärgert   | (negativ) |
| 11. aufmerksam  | (positiv) |
| 12. gereizt     | (negativ) |

Auf einer fünfstufigen Skala werden die einzelnen Adjektive wie folgt bewertet:

1. sehr wenig
2. ein wenig
3. mässig
4. ziemlich
5. extrem

#### 4.1.2.2 FLOW-KURZSKALA (FKS)

Der wohl bekannteste Fragebogen im Bereich Flow ist der von Professor Rheinberg entwickelte Fragebogen mit der Flow-Kurzskala (Anhang Punkt 10.3.3).

Die Flow-Kurzskala (FKS) bietet die Möglichkeit, den Flow-Zustand zu eruieren. Aufgeteilt in zwei Hauptteile wird die aktuelle Tätigkeit analysiert. Rheinberg fasst die Flow-Faktoren, die in Kapitel 2.1 erklärt wurden, in sechs Punkten zusammen:

1. *Handlungsanforderungen und Rückmeldungen werden als klar und interpretationsfrei erlebt, so dass man jederzeit und ohne nachzudenken weiss, was jetzt als richtig zu tun ist.*
2. *Man fühlt sich optimal beansprucht und hat trotz hoher Anforderung das sichere Gefühl, das Geschehen noch unter Kontrolle zu haben.*
3. *Der Handlungsablauf wird als glatt erlebt. Ein Schritt geht flüssig in den nächsten über, als liefe das Geschehen gleitend wie aus einer inneren Logik. (Aus dieser Komponente rührt wohl die Bezeichnung »Flow«.)*
4. *Man muss sich nicht willentlich konzentrieren, vielmehr kommt die Konzentration wie von selbst, ganz so wie die Atmung. Es kommt zur Ausblendung aller Kognitionen, die nicht unmittelbar auf die jetzige Ausführungsregulation gerichtet sind.*
5. *Das Zeiterleben ist stark beeinträchtigt; man vergisst die Zeit und weiss nicht, wie lange man schon dabei ist. Stunden vergehen wie Minuten.*
6. *Man erlebt sich selbst nicht mehr abgehoben von der Tätigkeit, man geht vielmehr gänzlich in der eigenen Aktivität auf (sog. »Verschmelzen« von Selbst und Tätigkeit). Es kommt zum Verlust von Reflexivität und Selbstbewusstheit. (Rheinberg et al. 2003, S. 4)*

Im ersten Teil sind die Fragen in einer siebenstufigen Skala zu bewerten. Die Skala reicht von "trifft nicht zu" bis zu "trifft zu". Es wird in ganzen Punkteschritten bewertet. Der Wert 4 in der Mitte entspricht der Aussage "teils-teils".

Der Mittelwert der Fragen 2, 4, 5, 7, 8 und 9, gekennzeichnet als **FI**, zeigt den glatten Verlauf einer Aktivität. Der Mittelwert der Fragen 1, 3, 6 und 10, gekennzeichnet als **FII**, gibt Auskunft über die Absorbiertheit (Rheinberg et al. 2003).

Der zweite Teil des Fragebogens, der unter **FIII** zusammengefasst wird, enthält die Fragen 11 bis 13. Er befasst sich mit der sogenannten Besorgniskomponente. Gemeint damit ist die Passung zwischen gegebenen Handlungsmöglichkeiten und den eigenen Fähigkeiten, wie beschrieben in Punkt 2.1.1.1. Die Skala reicht von "leicht" bis "schwer" und ist in neun ganze Schritte unterteilt. Bei der Frage nach der Einschätzung der Anforderungen ist in der Mitte bei dem Wert 4 der Begriff "gerade richtig" ergänzt worden.

Der Fragebogen ist durch seine grosse Verbreitung im Zusammenhang mit Flow-Forschung zu einem Standardelement geworden, wenn es darum geht, festzustellen, ob eine Person im Flow ist oder nicht.

Typische Kennwerte verschiedener Stichproben sind auf nachfolgender Tabelle ersichtlich (Rheinberg et al. 2003, S. 12):

**Tabelle 4: FKS Kennwerte (Rheinberg et al. 2003, S. 12)**

Studie		Flow (1–10)	glatter Verlauf (F I)	Absorbiertheit (F II)	Besorgnis (F III)
Graffiti-Sprayen (N = 292)	M (SD)	5.16 (.93)	5.12 (1.12)	5.21 (1.12)	4.3 (1.55)
ESM-Studie (N = 20; 49 Messungen)	M (SD)	4.96 (1.25)	5.20 (1.36)	4.58 (1.49)	2.51 (1.88)
Statistik-Aufgabe (N = 123)	M (SD)	4.57 (1.13)	4.52 (1.34)	4.65 (1.13)	3.68 (1.42)
Vorlesung – Mitte (N = 63)	M (SD)	4.43 (1.09)	4.51 (1.24)	4.30 (1.11)	3.02 (1.26)
Vorlesung – Ende (N = 63)	M (SD)	4.21 (1.12)	4.38 (1.18)	3.94 (1.34)	2.95 (1.21)
Computerspiel Roboguard (N = 18 à 10 Messungen)	M (SD)	4.18 (1.32)	4.94 (1.47)	3.04 (1.64)	1.79 (0.94)

M: Mittelwert, SD: Standardabweichung

Die Tabelle zeigt verschiedene Erhebungen mit deren durchschnittlichen Werten, die mit der Flow Kurzskala durchgeführt wurden. Dabei werden die vier Hauptbereiche der Flow-Kurzskala gezeigt, die vorgängig beschrieben wurden (siehe Kapitel 4.1.2.2).

#### 4.1.3 EXPERIENCE SAMPLING METHOD (ESM)

Wie bereits unter 4.1.2 beschrieben, ist es von Vorteil, die Erhebung des Zustands einer Person möglichst nahe an die zu bewertende Aktivität zu bringen. Bei der "Experience Sampling Method" (Csikszentmihalyi und Larson 1987) wird genau das angestrebt.

Testpersonen tragen über eine längere Zeitdauer (beispielsweise eine Woche lang) einen Signalgeber mit sich, der sie in nicht vorhersehbaren Abständen dazu auffordert, eine Beurteilung der eigenen Situation vorzunehmen. Auf einer mitgeführten Skala wird eine Einschätzung vorgenommen und anschliessend kann die aktuelle Tätigkeit sofort wieder aufgenommen werden. Im Unterschied zu anderen Fragebögen bestimmt hier der Signalgeber den Zeitpunkt der Messung. Dies bringt zwar den Nachteil, dass die Person im Flow unterbrochen wird –, aber auch den Vorteil, dass die Bewertung in unmittelbarer Folge des Flow-Zustands erfolgt. Zusätzlich handelt es sich nur um eine kurze Unterbrechung, was den Wiedereinstieg in den Flow erleichtert. Ein weiterer Vorteil dieser Me-

thode im Vergleich zu anderen Fragebögen ist die Untersuchung einer Tätigkeit über einen längeren Zeitraum. Da die Aktivität im unmittelbaren Alltag erhoben wird, finden keine kognitiven Verzerrungen statt, wie sie üblicherweise vorkommen (Pfister 2002).

Prof. Schallberger von der Universität Zürich hat mit seinem Forschungsteam (Schallberger 2000) diese Methode weiterentwickelt. Eine grosse Verbesserung stellt gemäss Rheinberg (Rheinberg et al. 2003) die Unterscheidung zwischen Anforderung und Herausforderung dar.

#### 4.1.4 FAZIT PERSÖNLICHE MESSMETHODEN

Die Übersicht über die persönlichen Messmethoden zeigt, dass es sich dabei um verlässliche Methoden zur Erhebung des Flow-Zustands handelt. Diese mögen zwar Nachteile haben, wie zum Beispiel die Erhebung "ex post", also nachdem der Flow abgeklungen ist, was zu Ungenauigkeiten führt –, je nachdem wie viel Zeit seit der Tätigkeit vergangen ist. Auch kann die Testperson bei der Reflexion allenfalls aus dem Flow-Zustand gerissen werden.

Trotzdem sind es Methoden, die auf eine grosse Erfahrung und Beliebtheit zurückschauen können. Nicht zuletzt weil sie über Jahre erprobt werden konnten, gelten sie als zuverlässige Methoden zur Erkennung des Vorhandenseins von Flow.

Auch wenn modernere und effizientere Methoden gesucht werden, sind die persönlichen Methoden, und darunter vor allem die beiden FKS und ESM, die Basis, die zur Validierung von neuen Methoden unerlässlich ist.

## 4.2 BIOFEEDBACK-METHODEN

Unter den Biofeedback-Messmethoden sollen all die Methoden untersucht werden, bei denen Körpersignale festgehalten werden können. Eigentlich könnte man dazu auch Neurofeedback zählen. Da Neurofeedback aber eine grosse Rolle spielt für diese Forschungsarbeit, wird sie einzeln unter Kapitel 4.3 behandelt.

Die Methoden sollen kurz erläutert werden, um anschliessend ihre Eignung bezüglich Messung von Flow beurteilen zu können.

Folgende Methoden werden aufgezeigt:

- Augenreaktion
- Mimikerkennung
- Herzratenvariabilität
- Messen des Hautwiderstands (EDA)
- Muskelspannung

#### 4.2.1 AUGENREAKTION

Die Pupillen reagieren unwillkürlich, also auch dann, wenn wir keine Reaktionen zeigen möchten, auf mentale und emotionale Reize. Der Berliner Medienforscher Dr. Florian Kerkau untersuchte diese Erscheinung in seiner Dissertation "Biosignale der Pupille zur Steuerung intelligenter User Interfaces" (Kerkau 2005) und hat das sogenannte "pupillometrische Verfahren zum Ermitteln des physiologischen Aktivierungspotenzials" entwickelt. Mit diesem Verfahren konnte er die Pupillenbewegungen, beziehungsweise Reaktionen des Betrachters auf Werbung, Krimis, Online-Auftritte und Produkte sehr präzise messen.

Das Verfahren eignet sich aber nicht nur für die Markt- und Medienforschung. Wird die Software noch weiterentwickelt, so ist ihre Anwendung bei der Entwicklung von Lernsoftware oder zur Messung des Flow-Zustands durchaus denkbar. Dr. Florian Kerkau will ermöglichen, dass der Computer eine Rückmeldung der Echtzeit-Pupillenwerte erhält und darauf reagieren kann. Diese Reaktion könnte heissen, dass eine Versuchsperson, die mit einem Lernprogramm überfordert ist, in ein tieferes Level geführt wird, in welchem sie Flow erleben kann. Die Balance zwischen Anforderung und Können würde also von der Software selbstständig geregelt werden.

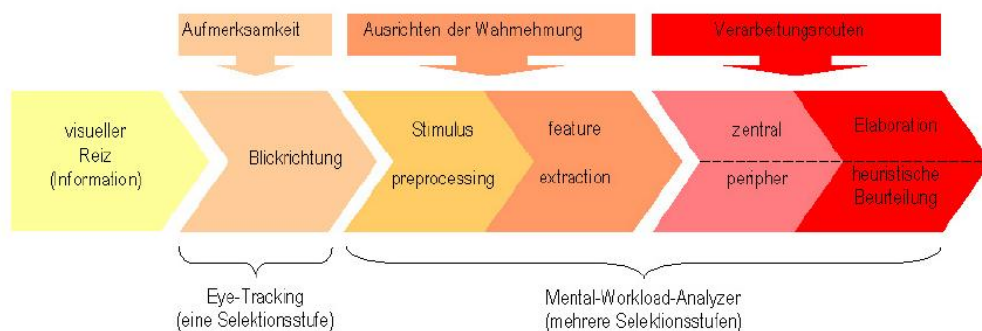
Bei bisherigen Pupillenmessungen konnten die Bewegungen zwar gemessen werden, diese Messungen wurden jedoch durch Lichteffekte durch den Bildschirm oder Lichtspiegelungen der Schreibtischoberfläche verfälscht. Das Licht ist bei diesem Verfahren die bedeutendste Störvariable (Kerkau 2005). Es gibt aber noch weitere störende Einflüsse zu beachten: So verringert sich beispielsweise die absolute Pupillenweite mit steigendem Lebensalter.

Auch der Einfluss von Krankheiten auf die Pupille wurde in vielen Experimenten untersucht, wobei besonders an Schizophrenie und Migräne Leidende sowie Diabetiker in den Vordergrund traten. Krankheiten verzerren die pupillometrischen Messdaten (Rössger 1997). Vor der Erhebung sollten die Testpersonen deshalb nach ihrem Gesundheitszustand befragt und eventuell davon ausgeschlossen werden.

Für die Pupillenmessung werden eine Infrarotkamera und drei Computer mit spezieller Software, die unter Windows installiert werden muss, benötigt. Ein Beispiel für die Konfiguration eines E-Learning-Games sieht wie folgt aus: Die Lernumgebung für die Versuchsperson wird auf Computer 1 zur Verfügung gestellt; parallel dazu werden durch eine Infrarotkamera die Augenbewegungen aufgenommen. Die generierten Videodaten werden an Computer 2 übermittelt, der diesen Vorgang kontrolliert, die Daten auswertet und den aktuellen Pupillendurchmesser bestimmt. Computer 3 übernimmt die Analyseaufgaben, indem er mit Hilfe einer Software die Daten verarbeitet.

Dr. Florian Kerkau hat dazu ein Programm entwickelt, das Berechnungen durchführt und das Ergebnis verfälschende Daten bereinigt, wie zum Beispiel den Lidschlag. Zudem misst das Programm durch den Luxmeter die Umgebungshelligkeit und bereinigt somit den Störfaktor "Lichteinwirkung". Generell ermöglicht die speziell entwickelte Rechenformel die Aufbereitung der gemessenen Pupillengrößen zu interpretierbaren Werten. Durch die ermittelte Veränderung der Pupillengröße kann so die mentale und emotionale Beanspruchung der Versuchsperson bestimmt werden (Kerkau 2005), wobei Messung und Aufbereitung in Echtzeit erfolgen. Es wäre deshalb vorstellbar, den Flow mit dem Verfahren von Dr. Florian Kerkau unmittelbar zu bestimmen.

Neben der Bewegung der Pupille kann auch die Blickrichtung analysiert werden. Mit Eyetracking wird analysiert, wo eine Person hinschaut und wie lange sie in die gleiche Richtung schaut (Harms 2009). Abbildung 31 zeigt eine grafische Darstellung der Kombination der beiden Verfahren. Zuerst wird die Blickrichtung festgehalten. Es wird analysiert, was betrachtet wird und wie die Person darauf reagiert. Abb. ist nicht im Text ausreichend erklärt



**Abbildung 31: Der Weg vom Auge zum Gehirn (Richartz 2006, S. 32)**

Diese Technik wurde bis anhin verwendet, um Medien- und Produktwirkung zu überprüfen.

Die Seminargruppe Ranaldo, Resche und Vagliardo (Ranaldo et al. 2007), die sich mit der Reaktion der Augen als Messmethode für Flow auseinandergesetzt hat, ist zum Schluss gekommen, dass sich Eyetracking als Messmethode eignen würde. Stand früher die Grösse der Masseinheit im Weg, sind heute, dank moderner Technologie, kleine und leichte Apparaturen dazu erhältlich. Bei der Messmethode der Pupillen bewerteten sie die Störfaktoren als zu gross für eine Eignung zur Messung von Flow.



#### 4.2.2 MIMIKERKENNUNG

Die Forschung der Mimikerkennung basiert auf der Tatsache, dass sich aus der Mimik der Menschen Gefühle ableiten lassen. Ekman et al. (Ekman et al. 1978) definierten sechs universelle Gesichtsausdrücke, die klar voneinander zu unterscheiden sind:

- Happiness (Joy)
- Sadness
- Anger
- Surprise
- Disgust
- Fear

Es existieren ganze Datensammlungen (Kanade et al. 2000), die auf dem "Facial Action Coding System" Ekman (Ekman 2007) basieren. Das Erfassen von Emotionen über sogenannte "Action Units" (AE) ist allerdings sehr zeitaufwändig. Action Units sind kleine Bewegungseinheiten, die eine oder mehrere Muskelbewegungen zusammenfassen. Dies ergibt schlussendlich die verschiedenen Gesichtsausdrücke (siehe auch (Littlewort et al. 2003)).

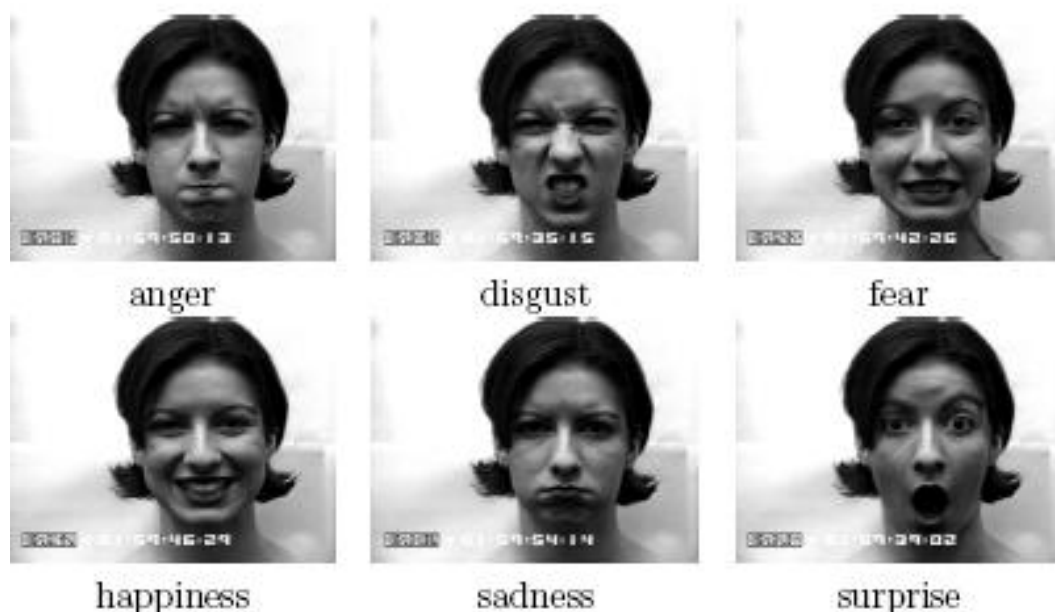


Abbildung 32: Gesichtsausdrücke (Ekman et al. 1978), (Kanade et al. 2000)

Ekman und Freisen haben die Methode noch weiterentwickelt, indem sie nur noch Action Units ausgewertet haben, die einen empirisch nachweisbaren Zusammenhang ergeben.

Gemäss Bettina Koch ist der Vorteil dieser Messmethode, dass die Versuchsperson durch keinerlei Kabel oder sonstige Störfaktoren im Flow gestört wird. Allerdings wäre die Methode nur anwendbar in bewegungsfreien Situationen.

Leider ist noch kein direkter Zusammenhang zwischen Flow und Mimik bekannt, so dass eine Methode für die Messung erst entwickelt werden müsste.

#### 4.2.3 HERZRATENVARIABILITÄT

Mit der Erfassung der Herzfrequenz lässt sich das Erregungsniveau eines Menschen festhalten. Anspannungen oder gar Stresssituationen können so erfasst werden (Böttcher 2006). Bei dieser Methode der Erhebung von Körpersignalen werden der Testperson Elektroden am Körper befestigt, respektive am Finger, wie in nachfolgender Grafik abgebildet.



Abbildung 33: HRV-Messgerät Quelle (Wandernoth 2010)

Die Erfassung der Anzahl Herzschläge pro Minute ist eine sehr häufig verbreitete Methode, um psychophysiologische Vorgänge festzuhalten und gilt als äusserst sensibler Indikator (Schandry 1996). Mit steigender Herzfrequenz steigt auch das Erregungsniveau der Person. Vor dem Test wird eine Basismessung benötigt, um den relativen Unterschied zu ermessen. Und hier liegt auch schon das erste Problem für die Messung von Flow: Wenn Testpersonen bei den Vorbereitungen nervös werden, haben sie für die Ausgangsmessung nicht ihren gewohnten Ruhepuls. Zudem sind die Sensoren sehr sensibel, wodurch es verschiedene Gründe für Abweichungen in den Messungen gibt.

Damit die Messwerte verschiedener Personen miteinander verglichen werden können, müssen Grenzwerte festgelegt werden. Beim Vergleich der Messdaten mit diesen Grenzwerten führen die eben beschriebenen Probleme mit den unterschiedlichen Basiswerten zu unterschiedlichen Resultaten (Böttcher 2006).

Das Messen von Flow mittels Erfassen der Herzratenvariabilität kommt nicht in Frage. Diese Methode ist zwar eine einfache Messmethode, die mit wenig Aufwand durchgeführt werden kann, allerdings reicht es kaum, den Flow anhand des Erregungsniveaus festzuhalten.

#### 4.2.4 HAUTWIDERSTAND (EDA)

Auch mit der Messung des Hautwiderstandes kann, wie bei der Herzratenvariabilität, das Erregungsniveau einer Testperson festgestellt werden.

Am Finger der Testperson werden zwei Elektroden angebracht, die die Leitfähigkeit der Haut messen. Bei steigender Erregung der Testperson steigt auch die Schweissabsonderung der Haut. Dies führt zu einem Sinken des Hautwiderstands, der nun gemessen werden kann. Am Anfang der Messreihen muss das Messgerät kalibriert werden, um den Basiswiderstand einer Person festzustellen. Danach können Entspannung- oder Stresszustände klar identifiziert werden (Himmelsbach et al. 2006). Dieses Messverfahren wird auch bei Lügendetektoren verwendet.

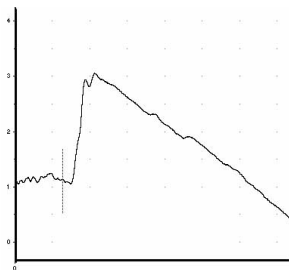


Abbildung 34: Hautleitkurve (Himmelsbach et al. 2006)

Auf der Abbildung 34 sieht man sehr schön die Entwicklung des Hautwiderstandswertes nach einem erregenden Stimulus. Nachdem der Stimulus erfolgt ist, steigt der Hautleitwert stark an und flacht danach bei Beruhigung der Testperson wieder ab.

Die Beschaffenheit der Haut ist von Person zu Person unterschiedlich. Je nach Geschlecht, Körperfettanteil und Hauttyp ergibt sich eine unterschiedliche Ausgangssituation. Deshalb ist es sehr wichtig, das Gerät vor der Messung zu kalibrieren. Absolute Messungen sind somit nicht möglich. Durch festgelegte Grenzwerte kann bei Personen festgehalten werden, dass sie sich mit sehr hohen oder sehr tiefen Basiswerten zum Flow hin oder vom Flow weg bewegen (Böttcher 2006).

Als alleinige Methode, um Flow messen zu können, ist der Hautwiderstand aber ein zu unspezifischer Messwert, da neben der Erregung, die damit gut gemessen werden kann, verschiedene andere Faktoren mit hineinspielen. Nur schon die Unterscheidung zwischen einem entspannten Flow-Zustand und Langeweile (siehe Abbildung 2) kann bei einem tiefen Erregungsniveau kaum unterschieden werden.

#### 4.2.5 MUSKELSPANNUNG (EMG)

Muskelkontraktionen verursachen elektrische Reaktionen, die wiederum die Basis bilden für die Erfassung der Muskelspannung. Dazu werden zwei aktive Oberflächen Elektroden erfasst und verstärkt. Eine dritte Referenzelektrode dient als Vergleich. Dieses Aufzeichnungsverfahren wird auch "Elektromyographie" (EMG) genannt.

Die Muskelaktivität reagiert hauptsächlich auf das willkürliche Steuern, andererseits aber auch auf unwillkürliche Impulse des emotionalen Erlebens und auf psychische Belastung. Die psychophysische Aktivierung steht somit in direktem Zusammenhang mit der Muskelspannung (Schandry 1996). Steigt das EMG-Amplitudensignal, so deutet dies auf Anspannung, ein sinkender Wert hingegen auf Entspannung (Zeier 1997).

Bruns empfiehlt zur Ableitung selbstklebende Oberflächen-Trioden, weil durch deren Benutzung die Elektrodenabstände standardisiert werden (Bruns und Praun 2002). Verschiedene Personen spannen unter gleichen Bedingungen unterschiedliche Muskelgruppen an (Velden 1994), weshalb die unwillkürlichen Aktivitäten sehr individuell ausfallen. Nicht alle Ableitungsorte sind deshalb für alle Testpersonen günstig (Schandry 1996).

Ein Vorteil dieser Messmethode ist, dass die Versuchsperson nicht abgelenkt und in ihrer Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt wird. Vermutlich – und daher ungeprüft – spricht die Trägheit des Amplitudensignals jedoch gegen die Zweckmäßigkeit einer Flow-Messung. Leider sind mit dieser Messmethode noch keine Untersuchungen im Zusammenhang bekannt.

#### 4.2.6 FAZIT BIOFEEDBACK-METHODEN

In diesem Kapitel wurden folgende Methoden analysiert

- Augenreaktion
- Mimikerkennung
- Herzratenvariabilität
- Messen des Hautwiderstands (EDA)
- Muskelspannung

Allgemein lässt sich sagen, dass keine der Messmethoden umfangreich genug erscheint, um den komplexen Zustand "Flow" erfassen zu können. Es bestehen noch kaum Erfahrungen mit der Messung von Flow. Einzelne Verfahren sind ansatzweise in Experimenten getestet worden, allerdings fehlt der Beweis des direkten Zusammenhangs zwischen einer der Messmethoden zu Flow.

Es ist vorstellbar, dass die Augenreaktion zur Flow-Messung genutzt werden kann, allenfalls in Kombination von Pupillenreaktion mit der Blickrichtung, wie sie auf Abbildung 31 gezeigt wird. Ob die damit gewonnenen Signale ausreichen, um Flow sichtbar zu machen, ist allerdings fragwürdig.

Die Mimikerkennung bietet leider ebenfalls kein brauchbares Messverfahren für Flow. Hier müssten neue Action-Units kreiert werden, die Gefühle ableiten lassen, welche den Rückschluss auf Flow zulassen

Die Herzratenvariabilität ist zwar eine einfache Messmethode, die ohne grossen Aufwand aufgestellt werden kann, leider bietet aber auch diese Methode keine direkte Rückschlussmöglichkeit auf Flow.

Bei der Messung des Hautwiderstands ist es ähnlich wie bei der Herzratenvariabilität. Die Signale scheinen nicht differenziert genug zu sein, um Flow messen zu können. Zudem ist auch hier keine Studie bekannt, die diesen Zusammenhang bereits festgehalten hätte.

Genauso verhält es sich bei der Muskelspannung. Dazu kommt die Trägheit des Systems, die die Resultate nur ungenau dem Zustand zuteilen lassen und damit zu Verfälschungen der Ergebnisse führen würde.

Bei den Biofeedback-Methoden findet sich also keine geeignete Methode, die bereits zur Messung von Flow zur Verfügung stünde.

### 4.3 ELEKTROENZEPHALOGRAFIE (EEG)

Die Elektroenzephalografie (EEG) gehört in die Gruppe der Neurofeedback-Methoden. Da ein Grossteil der Messungen in dieser Studie mithilfe von EEG gemacht wurde, sollen sie an dieser Stelle etwas **ausführlicher** beschrieben werden (siehe auch (Robbins 2000)).

#### 4.3.1 HIRNAKTIVITÄT UND DEREN MESSUNG

Wenn wir unser Hirn benutzen, ist durch die Aktivität der Synapsen auf der Kopfhaut ein Spannungsunterschied messbar (Ebe et al. 2002, S. 6). Dieser Spannungsunterschied wird auch als Potentialschwankungen bezeichnet. Der Spannungsunterschied bewegt sich aber nur im Bereich von zehn bis einhundert Mikrovolt. Deshalb wird das Signal verstärkt, bevor es an den Computer zur Auswertung weitergeleitet wird.

Abbildung 35 zeigt den Schnitt durch einen menschlichen Kopf. Im Innern erzeugen die aktiven Synapsen den oben erwähnten Spannungsunterschied (gekennzeichnet durch die Kreise mit den roten Plus- und den blauen Minus-Zeichen). Diese Aktivität wird durch die aufgeklebte Elektrode auf der Kopfhaut aufgenommen und zum EEG-Verstärker weitergeleitet. So können diese Signale aufgezeichnet werden und stehen dann zur weiteren Verarbeitung bereit.

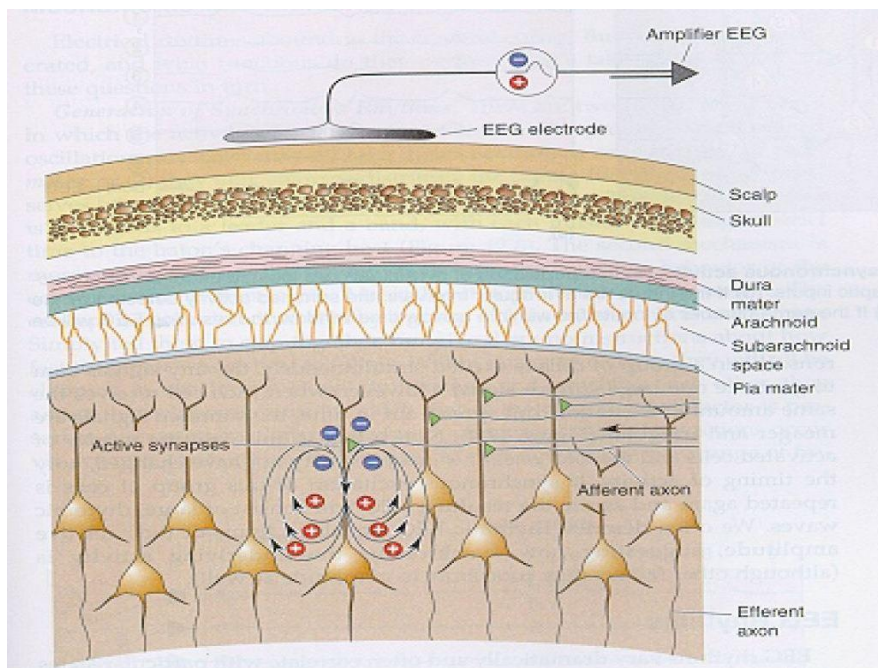


Abbildung 35: Wirkungsweise der Messung der Hirnaktivität (Othmer und Othmer 2007, S. 3)

Die gemessenen Signale werden auf dem Computer in Wellenform dargestellt. Verschiedene Zustände verursachen verschiedene Wellen. Die unterschiedlichen Aktivitäten zeigen unterschiedliche Schwingungen in den Signalen. Die Signale unterscheiden sich in zweierlei Hinsicht: Einerseits wird die Höhe der

Schwingung gemessen; diese nennt sich Amplitude, auf der anderen Seite unterscheidet sich die Geschwindigkeit der Schwingung, die auch als Frequenz bezeichnet wird.

Abbildung 36 zeigt den Unterschied zwischen einer langsamen Frequenz mit hoher Amplitude und einer schnellen Frequenz mit niedriger Amplitude.

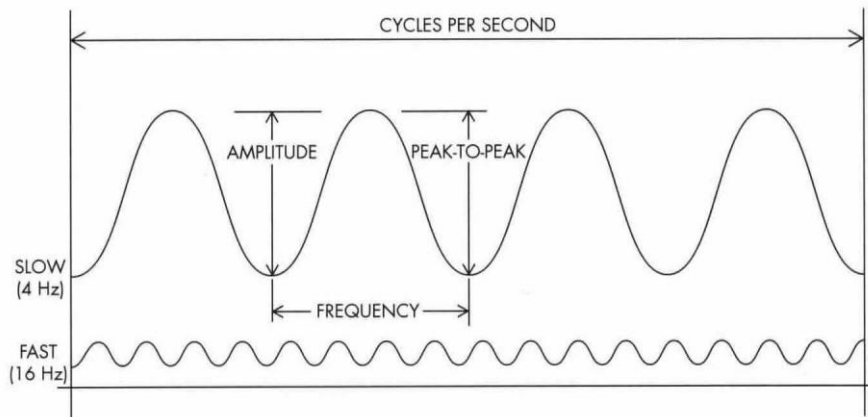


Abbildung 36: Darstellung von zwei verschiedenen Amplituden (Demos 2005, S. 71)

#### 4.3.2 DIE FREQUENZBÄNDER

In Ihrem Buch "Awakening the mind : a guide to mastering the power of your brain waves" beschreibt Ana Wise die verschiedenen Frequenzen (Wise 2002). In Verbindung mit den Ausführungen von Demos (Demos 2005) lassen sich die verschiedenen Wellen folgendermassen beschreiben:

- **Beta-Wellen: (38-15 Hz)**  
Wachbewusstsein  
Niedrige Beta-Wellen (-21 Hz) zeigen einen hellwachen, relaxten Zustand mit nach aussen gerichteter Aufmerksamkeit. Die Wellen werden assoziiert mit Konzentration und analytischem Denken.  
Hohe Beta-Wellen (20-32 Hz) sind ein Zeichen für Hektik, Stress und hohe Anspannung.
- **Alpha-Wellen: (14-8 Hz)**  
Gelöste, entspannte Grundhaltung. Nach innen gerichtete Aufmerksamkeit  
Insbesondere bei geschlossenen Augen erhöht sich der Anteil der Alpha-Wellen markant.
- **Theta-Wellen: (7-4 Hz)**  
Traum (REM-Schlaf)/Kreativität und Spiritualität  
Niedrige Theta-Wellen (4-6.5 Hz) entstehen beim Einschlafen und in Wachträumen.  
Höhere Theta-Wellen (6.5-8 Hz) sind ein Zeichen tiefer Entspannung.
- **Delta-Wellen: (3-0,5 Hz)**  
Tiefschlaf  
In Kombination mit anderen Hirnwellen → intuitive Aufmerksamkeit.

Die bereits beschriebenen Bereiche können auch noch weiter unterteilt werden. In der nachfolgenden Tabelle finden sich auch die entsprechenden Amplituden.

**Tabelle 5: Beschreibung von Frequenz und Amplitude (Gusset 2010)**

<b>Wellen-Bezeichnung</b>	<b>Frequenz pro Sekunde</b>	<b>Amplitude in <math>\mu V</math></b>	
Delta Wellen	0.5 - 4 Hz	5-250	Aussersinnliche Wahrnehmung, Heilung, Schlaf
Theta Wellen	> 4 - 7 Hz	20-100	Meditation, Intuition, Erinnerung
Alpha Wellen	> 7 - 13 Hz	20-120	Entspannung, Visualisation, Kreativität
Low Beta Wellen	> 12 - 21 Hz	5-50 (steigt an wenn wir still sind, sinkt bei Bewegung)	Sensorische Reize, mentale Anstrengung, geistige Aktivität
Midrange Beta Wellen	> 12-15 Hz	5-50	Mentale Aktivität, stärkt Konzentration und Fokus
High Beta Wellen	> 15-18 Hz	5-50	Wachheit und Erregtheit, Rechnen oder Planen
Gamma Wellen	> 18-30 Hz	-10	Klarheit, Aufnahme, Voraussicht

Gamma-Wellen sind gemäss Wehrli, Both, Loosli-Hermes bisher ohne klinische Bedeutung, weshalb sie in der Übersicht nicht aufgeführt sind (Wehrli und Both 2003). Sie spielen für die Messung von Flow keine zentrale Rolle.

Abbildung 37 zeigt als Beispiel die konkrete Darstellung eines gesamten EEG's einer Person, die gerade am Lernen ist.



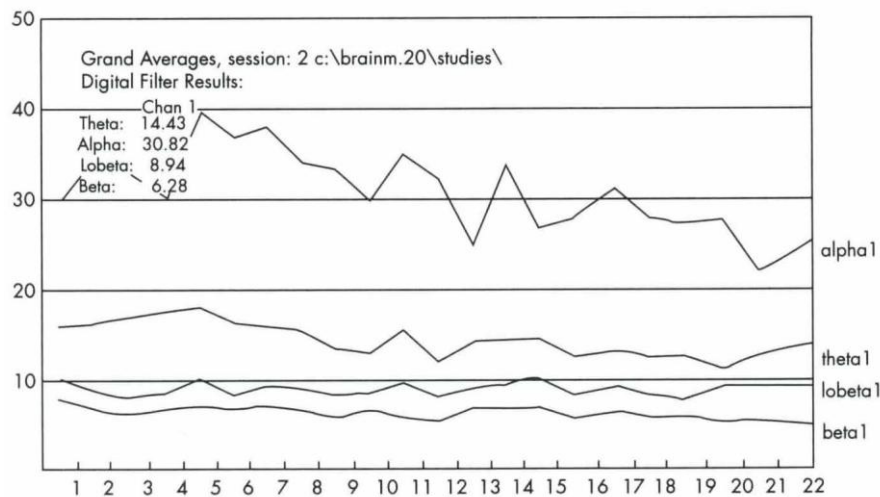


Abbildung 37: EEG beim Lernen (Demos 2005, S. 76)

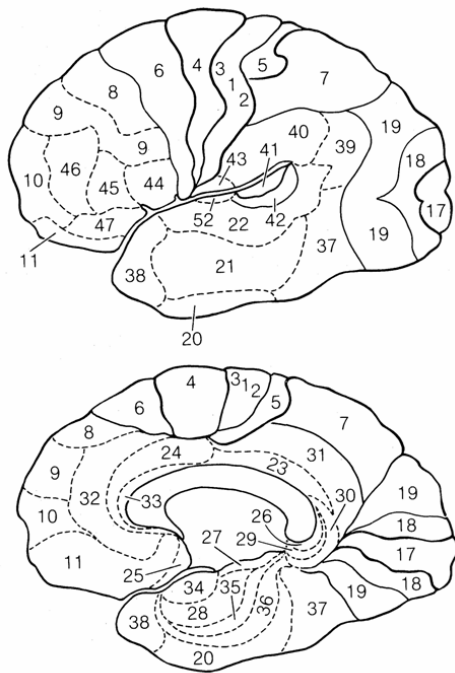
### 4.3.3 HIRNAREALE

Verschiedene Hirnregionen übernehmen im Alltag unterschiedliche Funktionen.

Prof. Dr. Korbinian Brodmann, ein deutscher Neurologe und Psychiater, war nahezu zehn Jahre am Neurobiologischen Institut in Berlin tätig und verfasste dabei das Werk "Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde" (Brodmann 1909). In seinem Werk unterteilt er die Grosshirnrinde in 52 Felder, die einzelnen Felder wiederum repräsentieren die einzelnen Funktionen des gesamten Gehirns. Die Brodmann-Areale haben heute noch Gültigkeit für die Forschung.

Die Brodmann-Areale sollen allenfalls helfen, die Elektroden bei der Messung des EEG's optimal zu platzieren, respektive die Ergebnisse der Messung zu interpretieren.

Allerdings ist zu beachten, dass die Aktivität der Synapsen nicht immer im rechten Winkel nach aussen zur Kopfhaut stattfindet (Giannotti 2006b), weshalb es zum Teil schwierig ist, direkt Rückschlüsse auf ein einzelnes Areal zu ziehen.



**Abbildung 38: Brodmann-Areale in lateraler und medialer Darstellung (Kolb und Whishaw 1996)**

Die beiden Darstellungen in Abbildung 38 zeigen die histologisch unterscheidbaren Grenzen der einzelnen Areale. Je dünner die Linien, desto weniger sind die einzelnen Areale voreinander abzugrenzen. Bei den gestrichelten Linien fließen die Grenzen allmählich ineinander (Elliot 1969).

Die Zuordnung der einzelnen Areale zu den Funktionen ist in nachfolgender Tabelle beschrieben.

**Tabelle 6: Funktionelle Zuordnung der Brodmann-Areale (Siedentopf 2010)**

Funktionelle Zuordnung	Areal
Somatosensorik	1, 2, 3, 5, 40
Motorik	4, 6
Visuelle Aufmerksamkeit, Raumkonstruktion	7
Frontales Augenfeld	8
Kognition	9, 10, 11, 12, 24, 36, 46, 47
Vision	17, 18, 19, 20
Wernicke-Areal	21, 22
Auditorische Wahrnehmung	41, 42
Broca-Areal	44, 45

#### 4.3.4 MESSEN/SPEICHERN DER WELLEN

Nachfolgend sind die einzelnen Geräte beschrieben, die es zur Messung der Hirnwellen braucht.

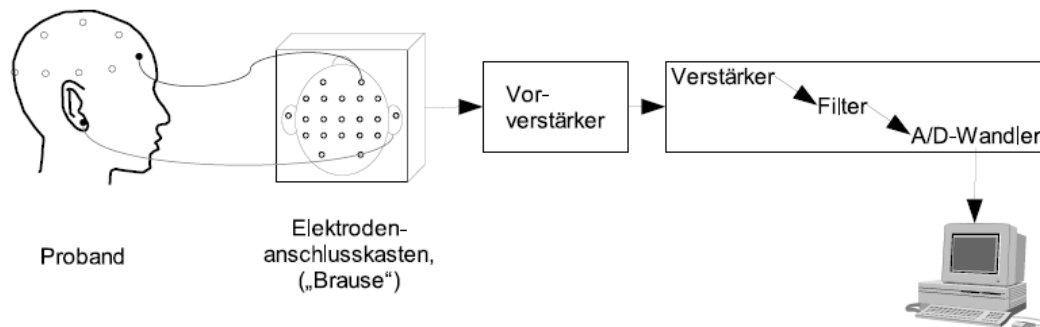


Abbildung 39: Aufzeichnung des EEG-Signals (Seifert 2005, S. 25)

Sind die Hirnwellen erst einmal auf dem Computer gespeichert, können sie anschließend durch geeignete Programme ausgewertet und grafisch dargestellt werden.

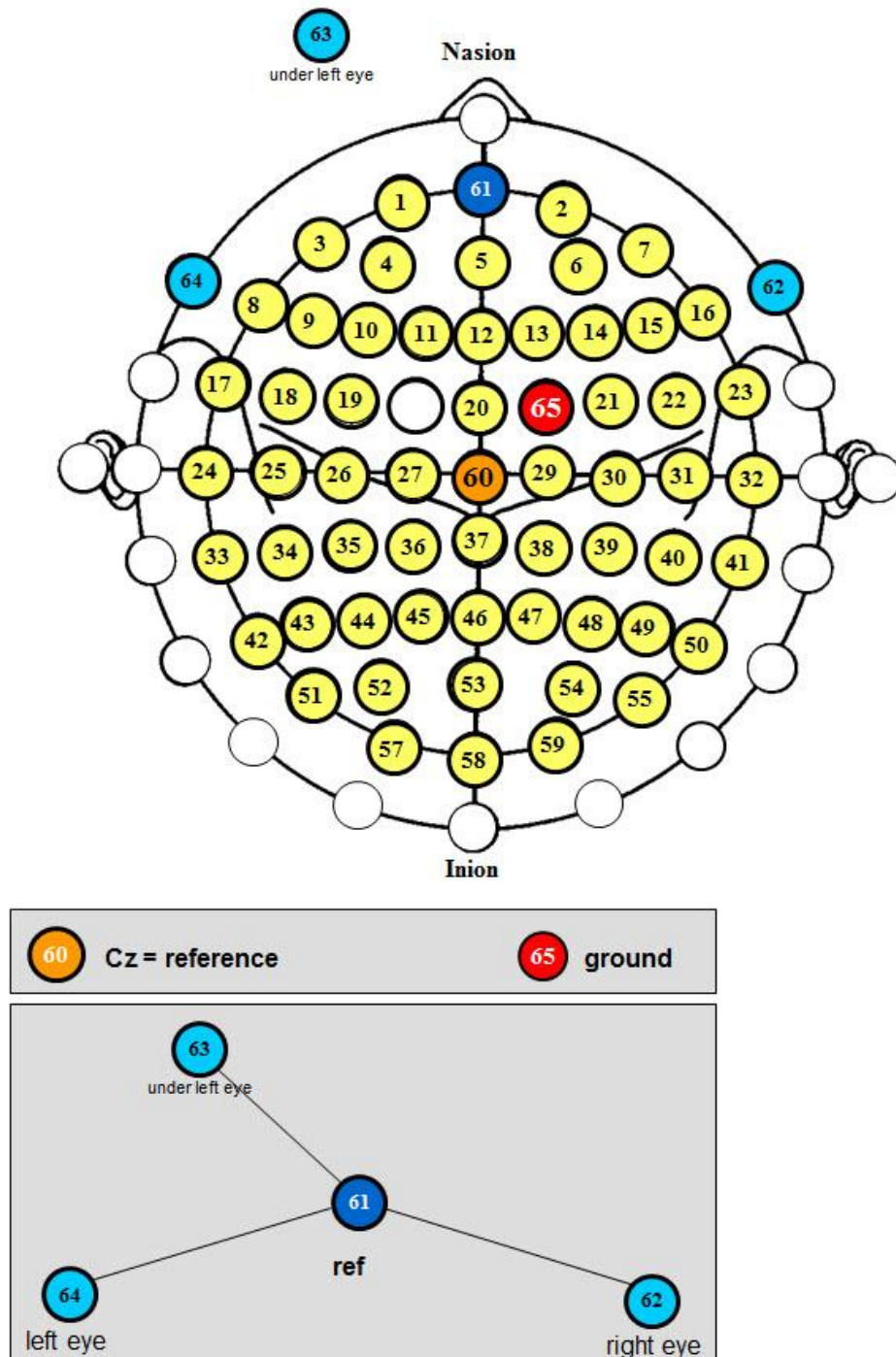
#### 4.3.5 ELEKTRODENPLATZIERUNG

Für die Platzierung der Elektroden gibt es verschiedenste Systeme. Nachfolgend sollen die Systeme erläutert werden, die im Rahmen dieses Forschungsprojekts benutzt wurden. Angefangen bei der aufwändigen Erhebung von 64 Kanälen, bei dem 65 Elektroden platziert werden müssen, über das 32-Kanal-System, zum System 10-20, bei dem, wie der Name sagt, die Elektroden in einem Abstand 10 – zu 20 platziert werden. Schlussendlich die Zweikanalmethode, bei der nur noch lediglich fünf Elektroden auf der Kopfhaut platziert werden müssen. Die Elektroden sind sehr druckempfindlich und müssen unbedingt an der richtigen Stelle angebracht werden. Sind sie nicht richtig angebracht, werden zu schwache oder gar keine Daten erhoben (Böttcher 2006) .

#### 4.3.5.1 64-KANAL-ERHEBUNG

Die Erhebung von 64 Kanälen bei einer Messung bringt sicherlich die genauesten Resultate. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass nicht immer so viele Messdaten benötigt werden, um eine Aussage machen zu können.

In diesem Forschungsprojekt wurde diese Methode ganz am Anfang eingesetzt, um erste Erkenntnisse über die Signalverteilung und -Intensität zu erhalten.



**Abbildung 40: EEG-Elektrodenplatzierung für eine 64-Kanal-Erhebung (Giannotti 2006a)**

#### 4.3.5.2 32-KANAL-SYSTEM

Mit dem 32-Kanal-System hat man die Möglichkeit, eine sehr hohe Auflösung der Messdaten zu bekommen, mit einer erheblich geringeren Zeit zur Messvorbereitung im Vergleich zum 64-Kanal-System.

Das 32-Kanal-System wurde in einer späteren Phase genutzt, um eine grössere Anzahl von Testpersonen zu erfassen und die bereits gemachten Ergebnisse zu überprüfen.

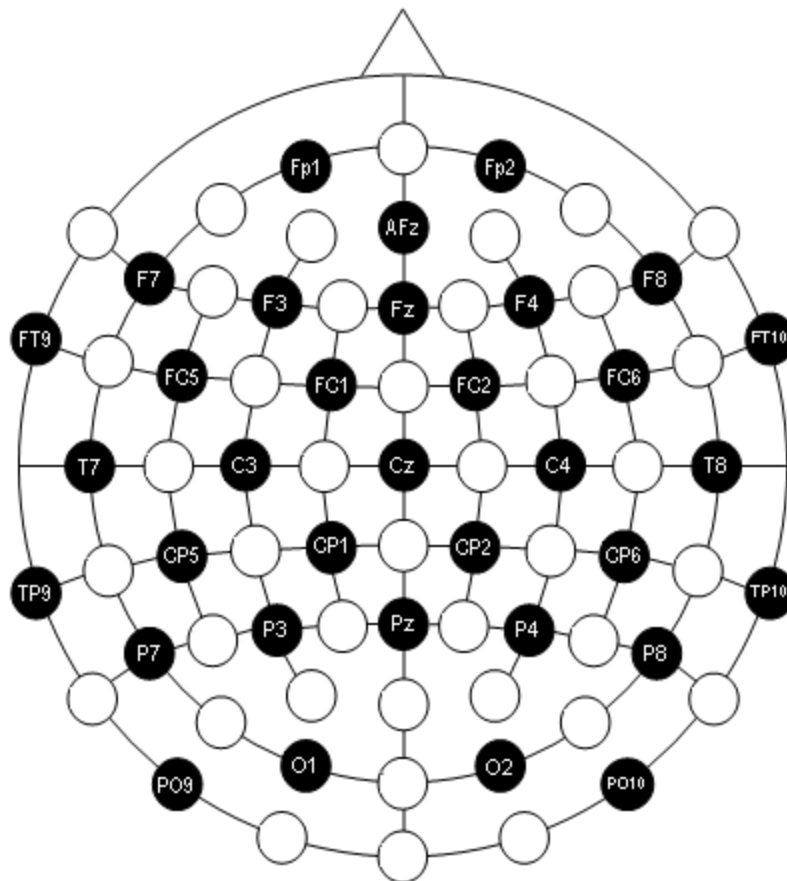
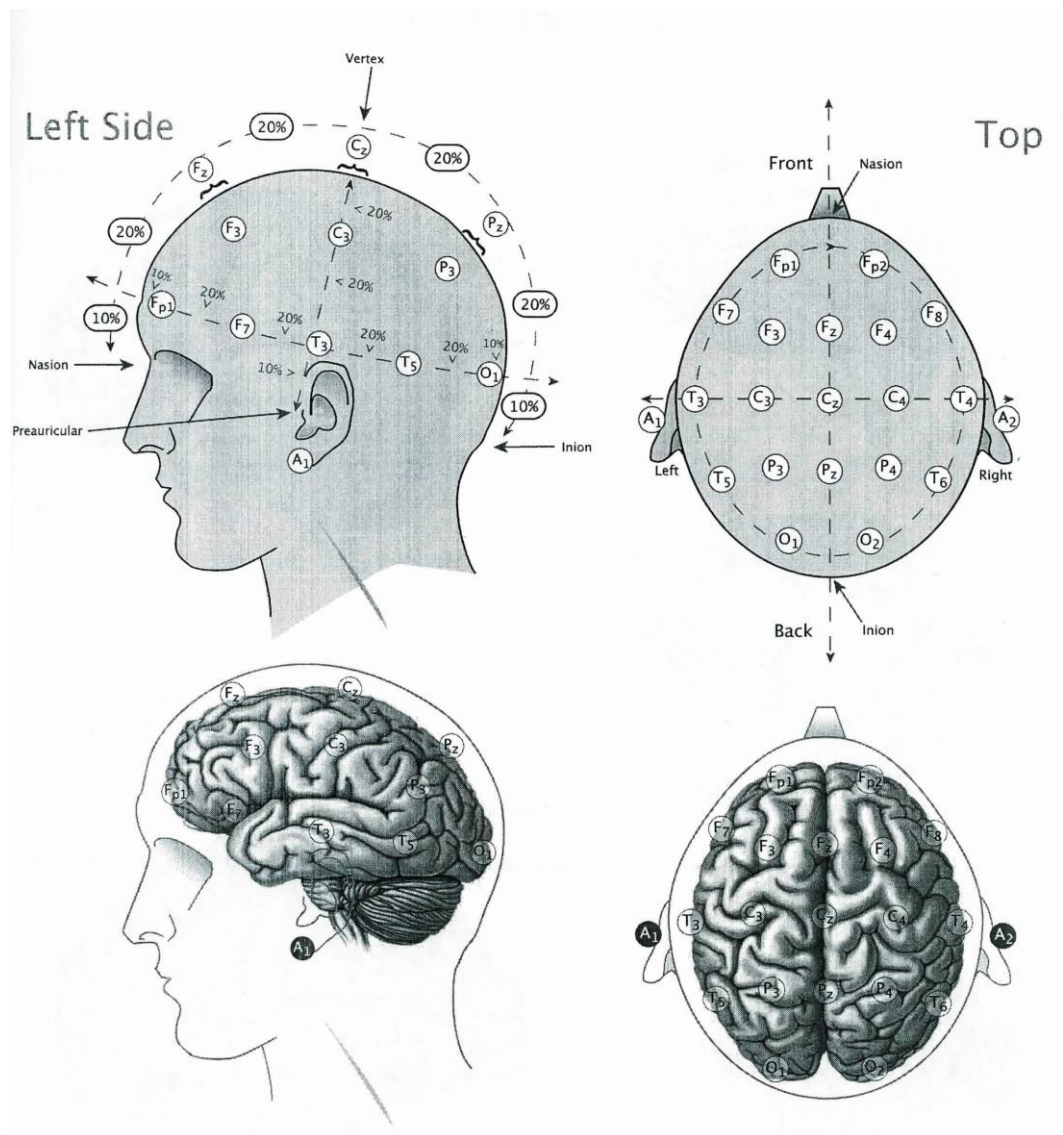


Abbildung 41: 32-Kanal-Erhebung (EASYCAP 2006)

#### 4.3.5.3 SYSTEM 10-20

Bei einem klinischen EEG werden sehr oft 21 Elektroden auf der Kopfhaut angebracht. Das System 10-20 zeigt dabei auf, wie die einzelnen Elektroden zu platzieren sind. Dies ist sehr wichtig, da nur bei gleicher Platzierung der Elektroden auch Vergleiche der verschiedenen Messungen gemacht werden können. Auch wenn weniger als 20 Elektroden angebracht werden, hilft dieses System, diese richtig auf der Kopfhaut anzubringen. Die Distanz zwischen den Bezugspunkten wird in Abschnitte von 10, respektive 20 % eingeteilt.

Es handelt sich um ein internationales System, das in Abbildung 42 beschrieben ist.



**Abbildung 42: Positionierung der Elektroden am Kopf (Othmer und Othmer 2007)**

Mit den Buchstaben werden die Kopfreionen, stellvertretend für die darunterliegenden Hirnregionen, bezeichnet. Die Buchstaben haben folgende Bedeutung:

Fp = Frontalpol, F = Frontal, T = Temporal, C = Central, P = Parietal, O = Occipital und Z = Zero, womit die Mittellinie gemeint ist.

Rechts von der Mittellinie werden die Elektroden zusätzlich mit geraden Zahlen, links von der Mittellinie mit ungeraden gekennzeichnet. Mit A1 und A2 sind die Ohrläppchen gekennzeichnet, die als Massemesspunkt dienen können.

#### 4.3.5.4 TWO-CHANNEL HOOKUP

Diese Methode ist eine einfache und schnelle Möglichkeit um unterschiedliche Hirnwellen der beiden Hirnhälften messen zu können. Meist wird dabei verglichen, inwiefern gleiche Frequenzen unterschiedlich auf den beiden Hirnhälften vorhanden sind. Channel 1 steht in dem Fall also für die linke und Channel 2 für die rechte Hirnhälfte.

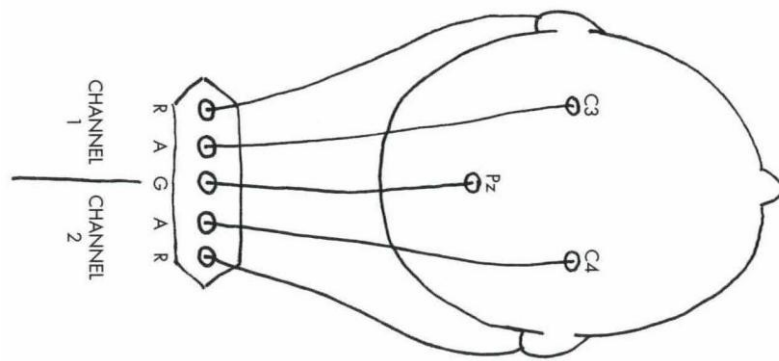


Abbildung 43: Two-Cannel Hookup (Demos 2005, S. 82)

Die Punkte entsprechen den Punkten 26 (C3), 30 (C4) und 46 (Pz) gemäss Abbildung 40 (numerisch), respektive Abbildung 42 (C3 und C4).

#### 4.3.6 ARTEFAKTE

Bei den Messungen handelt es sich um sehr geringe Potenzialschwankungen. Diese Werte bewegen sich im Bereich von 10-100  $\mu\text{V}$ . Durch diese geringe Spannung ist die Störanfälligkeit relativ hoch. Störungen werden als Artefakte bezeichnet und es werden folgende verschiedene Arten von Artefakte unterschieden:

Tabelle 7: Unterscheidung verschiedener Artefakte (Mayer 2010)

Artefaktart	Gründe
• Elektrodenartefakte	Wackeln der Ableitkabel Schlechter Sitz der Elektroden
• Bewegungsartefakte	Bewegungen des Kopfes
• Biologische Artefakte	Potenziale von anderen Körperteilen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Augenlid (Blinzeln)</li> <li>• Muskeln (Zuckungen)</li> <li>• Gefässe</li> <li>• Kau- und Schluckbewegungen</li> </ul>
• Elektrostatische Artefakte	Statische Aufladung der Testpeson (Gummi-sohlen)
• Instrumentelle Artefakte	Störungen im Gerät selbst

Abbildung 44 zeigt ein solches Artefakt in einer Messung.

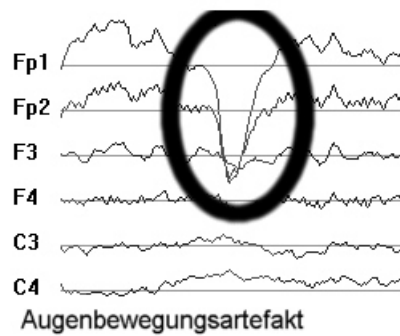


Abbildung 44: Bewegungsartefakt (Mayer 2010)

Man kann durch geeignete Massnahmen einen Grossteil der Artefakt-Quellen eliminieren. Das am häufigsten auftretende Artefakt ist das Blinzeln der Augen (Giannotti 2006b).

#### 4.3.7 AUSWERTUNG

In den meisten Fällen werden die Daten von Spezialisten ausgewertet, die mit geschulten Augen die gemessenen Daten richtig interpretieren. Mehr und mehr kommen jedoch Programme zur Analyse der Daten zum Einsatz. Diese analysieren mit Hilfe von Algorithmen die Daten automatisch. Kamen sie anfänglich vor allem bei Langzeit- und Schlaf-EEG's zum Einsatz, erfreuen sie sich heute grosser Verbreitung.

Oft werden zu den Signalverstärkern (Signal Amplifier) entsprechende Programme mitgeliefert, die unterschiedliche Leistungsspektren mitbringen. Wenn es möglich ist, die Daten zu speichern und weiterzuverarbeiten, können auch Fremdprodukte für zusätzliche Analysen verwendet werden. Nachfolgend sollen zwei Programme, die von Hardwareherstellern empfohlen werden, vorgestellt werden. Zusätzlich wird das Programm sLoreta beschrieben, das am KEY-Institut der Universität Zürich entwickelt wurde.

##### 4.3.7.1 CYGNET®

Mit dem Programm Cygnet® erhält der Käufer des NeuroAmp® eine Software, die ihm viele verschiedene Datenauswertungen ermöglicht. Zusätzlich hat er die Möglichkeit, für therapeutische Zwecke verschiedenste Einstellungen direkt am Programm vorzunehmen. Die Artefakt-Unterdrückung ist bereits im Programm integriert. Abbildung 45 zeigt den Bildschirminhalt dieses Programms. Es sind sowohl das EEG-Signal, wie auch die Spektralverteilung zu sehen, das heisst, man kann während der Messung bereits erste Erkenntnisse aus den aufgezeichneten Daten gewinnen.



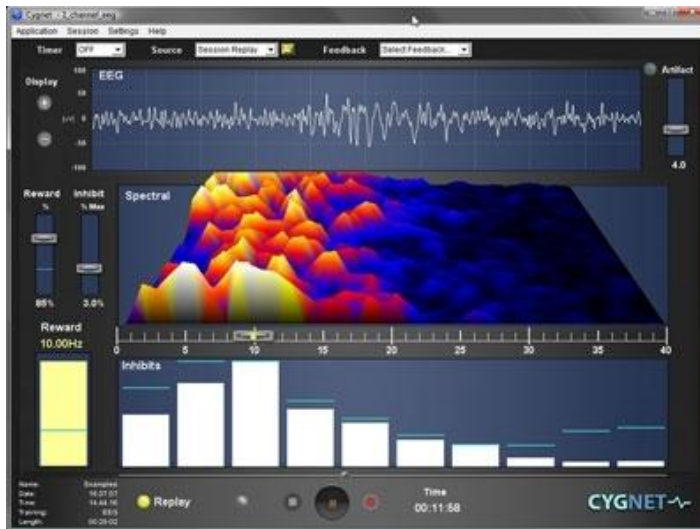


Abbildung 45: Cygnet® Screen (Wandernoth 2010)

#### 4.3.7.2 BIO-EXPLORER®

Mit dem Programm BIO-Explorer® können die Daten zusätzlich in einer neutralen Form abgespeichert werden. Deshalb eignet sich dieses Programm besonders dann, wenn die Daten später mit Hilfe anderer Programme weiterverarbeitet werden sollen. Abbildung 46 zeigt den Bildschirmaufbau dieses Programms mit den vergleichbaren Anzeigeelementen, wie sie bereits bei Cygnet® zu sehen waren.

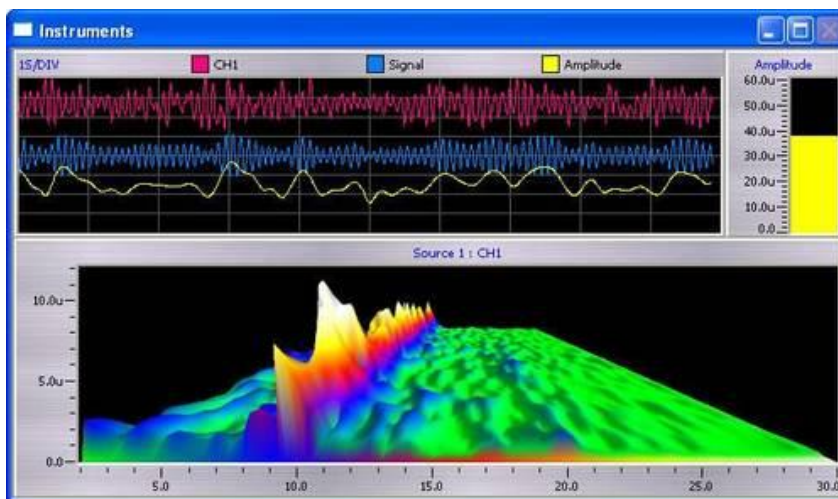


Abbildung 46: BIO-Explorer® Screen (Wandernoth 2010)

#### 4.3.7.3 sLORETA

Mit dem Programm sLoreta vom KEY Institut für Brain-Mindresearch ist es möglich, die aufgezeichneten Hirnwellen weiter auszuwerten. sLoreta steht für "Standardized & Exact low resolution brain electromagnetic tomography" (Pascual-Marqui 1994). Die Software lässt Rückschlüsse von den aufgezeichneten Hirnwellen auf die aktivierten Hirnregionen (Brodmann-Areale, siehe Kapi-

tel 4.3.3) zu. So können weitere Schlüsse aus den ausgewerteten Daten gezogen werden.

Nach einer eingehenden Einarbeitung in die Software können nicht nur die produzierten Hirnwellen, sondern auch die aktivierten Hirnareale grafisch dargestellt werden.

<http://www.uzh.ch/keyinst/loreta.htm>

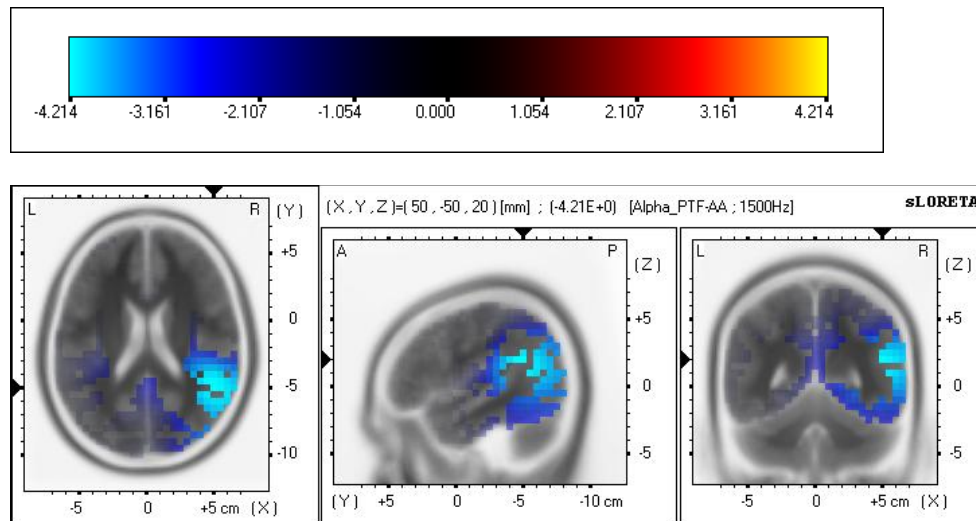


Abbildung 47: Auszug aus sLoreta (Toggweiler 2009, S. 54)

#### 4.3.8 HARDWARE

Je nachdem, wie viele Kanäle ausgezeichnet werden sollen, werden Geräte mit hoher oder niedriger Auflösung benötigt.

##### 4.3.8.1 NEUROAMP (2-KANAL)

Der NeuroAmp ist ein einfaches Gerät, das einen Zweikanal-EEG-Verstärker und einen Ausgang für ein taktils Feedback enthält. Es ist sehr geeignet für den Therapiealltag und enthält einen Impedanzmeter, der zur Überprüfung der Anbringung der Elektroden sehr hilfreich ist (Wandernoth 2010).



Abbildung 48: NeuroAmp Zweikanalgerät der Firma EEGInfo (Wandernoth 2010)

#### 4.3.8.2 MITSAR-201 MIT WINEEG MIT 21 KANÄLEN

Mit dem 21-Kanal-Gerät Mitsar-201 mit WinEEG (HBI-Med 2011) können Messungen nach dem System 10–20 (siehe 4.3.5.3) durchgeführt werden. Das Gerät eignet sich sowohl für Routine-EEGs als auch für Forschungseinrichtungen (HBI-Med 2011).



Abbildung 49: Elektroden-Anschlusskasten, 21- Kanal-Gerät (HBI-Med 2011)

#### 4.3.8.3 QUICKAMP MIT 32 ODER 64 KANÄLEN

Das Gerät Quickamp der Firma Brain Products (Brainproducts 2011) ist ein hochauflösendes Gerät, das in einer 40-, 72- oder sogar 136-Kanal-Version erhältlich ist. Das Gerät steht im Einsatz am Psychologischen Institut der Universität Zürich an der Binzmühlestrasse 14 in Zürich-Oerlikon.

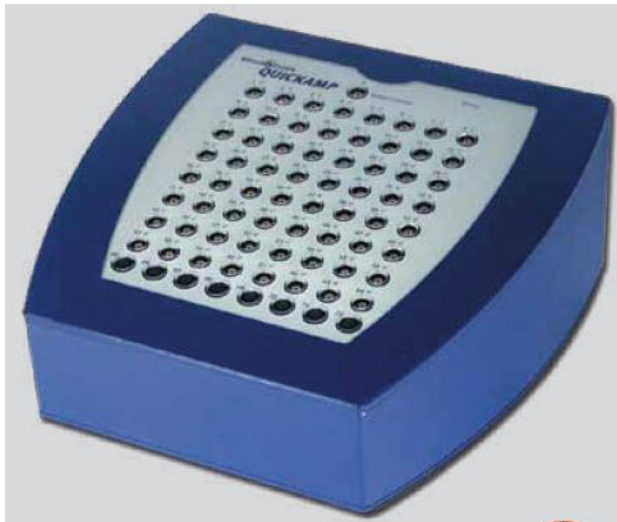


Abbildung 50: Quickamp-Gerät der Firma Brain Products GmbH (Brainproducts 2011)

#### 4.3.8.4 *SuSa CAP*

Um die Elektroden am Kopf zu befestigen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Wird eine Messung mit niedriger Auflösung gemacht, eignet sich die SuSa Cap der Firma EEGInfo, wie in Abbildung 51 gezeigt, sehr gut (Wandernoth 2010). Diese flexible Kappe passt sich jeder Kopfform an und erlaubt das präzise Positionieren von Elektroden nach der 10–20-Methode (siehe 4.3.5.3). Die Elektroden sind nicht im Lieferumfang enthalten.



Abbildung 51: SuSa Cap (Wandernoth 2010)

#### 4.3.8.5 *MESSUMGEBUNG MIT FARADAY-KÄFIG*

Je höher die Auflösung bei der Messung gewählt wird, desto anfälliger ist die Messumgebung für Störungen. Bereits ein vorbeifahrender Zug an der nahegelegenen Zug Linie führt dazu, dass die beim Betrieb der elektrischen Lokomotive erzeugten Spannungsspitzen erhebliche Artefakte (siehe 4.3.6) in den Messergebnissen verursachen. Aus diesem Grund werden Messungen mit 32- oder 64-Kanal-Geräten vorteilhafterweise in einem faradayschen Käfig<sup>6</sup> durchgeführt. Der faradaysche Käfig schirmt die Messumgebung vor externen Störquellen ab. An der Binzmühlestrasse hat das Psychologische Institut eben solche Messumgebungen eingerichtet (siehe Abbildung 52), die wir für unser Forschungsprojekt freundlicherweise benutzen durften.

---

<sup>6</sup>Faraday-Käfig: Metallene Umhüllung zur Abschirmung eines begrenzten Raumes gegen äussere elektrische Felder und zum Schutz empfindlicher [Mess]geräte gegen elektrische Störungen DUDENVERLAG (2010) Duden - Das Fremdwörterbuch. *Office-Bibliothek*. Mannheim, Bibliographisches Institut GmbH.





**Abbildung 52: Messumgebung im Faraday-Käfig des Psychologischen Instituts an der Binzmühlestrasse (eignes Foto)**

Im Innern des Käfigs steht ein Computerarbeitsplatz mit dem Verbindungskasten für die Elektroden. Die Elektroden sind bereits für die nächste Messung vorbereitet.



**Abbildung 53: Arbeitsplatz im Faraday-Käfig (eigenes Foto)**

Die Computer für die Messung und Überwachung der Testperson stehen ausserhalb des faradayschen Käfigs.



Abbildung 54: Analyse- und Auswertungscomputer Binzmühlestrasse (eigenes Foto)

#### 4.3.9 FAZIT

Es sind keine Messverfahren bekannt, in denen Flow mittels EEG festgehalten wurde.

Die Messung mittels EEG ist eine geeignete Methode, um den Flow-Zustand festzuhalten. Sie ist im Fall des Zweikanal-EEG's einfach, portabel und kostengünstig. Sie kann schnell eingesetzt werden, wodurch möglichst viele Testpersonen erfasst werden können.

Für die Messungen mit hoher Auflösung können die Anlagen des Psychologischen Instituts an der Binzmühlestrasse und diejenigen des KEY-Instituts an der Psychologischen Universitätsklinik genutzt werden. Für die Messungen mit niedriger Auflösung steht ein eigenes Zweikanalgerät zur Verfügung.

#### 4.4 WEITERE NEUROFEEDBACK-METHODEN

Auch wenn mit der EEG-Messung bereits eine geeignete Messmethode für die Experimente dieses Forschungsprojekts in Aussicht steht, sollen die anderen Methoden zur Messung von Gehirnaktivitäten aufgezeigt und gewürdigt werden.

Als Alternativen zur Messung der Gehirnaktivität wurden noch folgende Messmethoden auf deren Einsatzmöglichkeit für die Messung von Flow geprüft:

- Hemoencephalographie
- Magnetresonanztomographie

##### 4.4.1 HEMOENCEPHALOGRAPHIE

Bei der Hemoencephalographie wird die Durchblutung im vorderen Hirnbe-  
reich gemessen. Dabei werden zwei verschiedene Verfahren unterschieden. Die  
Passiv-Infrarot-Spektroskopie (PIR) und die Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIR).  
Beide Verfahren messen die Aktivierung des vorderen Hirnbereichs, was den  
beiden Punkten Fp1 und Fp2 in Abbildung 41 entspricht.

Bei der Passiv-Infrarot-Spektroskopie (PIR) wird lediglich die Wärmeverände-  
rung im vorderen Stirnbereich gemessen, was auf die Aktivierung der darunter-  
liegenden Hirnareale schliessen lässt (Othmer 2007). Wie in Abbildung 55 dar-  
gestellt wird dabei die Tatsache genutzt, dass aktivere Gehirnareale mehr Wär-  
me abgeben.



Abbildung 55: Funktionsweise PIR Sensor, EEGInfo.ch (Wandernoth 2010)

Bei der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIR) wird, ähnlich wie bei der Pulsmes-  
sung unter 4.2.3, der Blutfluss des Blutes im vorderen Stirnbereich gemessen,  
indem die Reflektion von Infrarotlicht im Stirnbereich untersucht wird  
(Petersen und Mestre 2010). Aktivere Gehirnregionen verbrauchen mehr Sau-

erstoff und müssen somit mehr durchblutet werden. Abbildung 56 zeigt ein Modell der Firma EEG-Info.



Abbildung 56: PIR x 3 Infrarot Dreifachsensoren mit Kopfbänder (Wandernoth 2010)

Die Hemoencephalographie wird sehr verbreitet im therapeutischen Kontext eingesetzt. Dort konnte diese Methode auch beweisen, dass sie tatsächlich in der Lage ist, die Aktivität des vorderen Hirnbereichs zu erfassen. Leider sind noch keine empirischen Erhebungen bekannt, die einen Zusammenhang zwischen Flow und Hemoencephalographie aufzeigen würden.

#### 4.4.2 FUNKTIONELLE MAGNETRESONANZTOMOGRAPHIE

Bei der Magnetresonanztomographie werden Schnittbilder durch den menschlichen Körper erstellt. Das Gerät nutzt Magnetisierbarkeit von Teilchen aus, um sie darstellen zu können. Dieses Verfahren liefert einen sehr detaillierten Einblick in die Organe des menschlichen Körpers – also auch des Hirns (Wechsler et al. 2007). Abbildung 57 zeigt ein solches Gerät der Firma Siemens.



Abbildung 57: MAGNETOM Trio, A Tim System 3T ([www.medical.siemens.com](http://www.medical.siemens.com))



Das fMRT basiert auf dem gleichen Prinzip wie das MRT, aber mit der Ergänzung des MRT-Bildes durch Organ-Aktivität. Dies ist bei der Aufnahme der Hirnaktivität sehr wichtig.

Mit dem Magnetresonanztomografen ist es also möglich, ein Bild des Hirns und dessen Aktivität festzuhalten. Aus dieser Sicht könnte sich diese Methode eignen, um Flow messen zu können.

Dagegen spricht die Grösse des Geräts und der erschwerte Zugang dazu, da sie sehr teuer sind. Wechsler et. al. betonten an der Präsentation ihrer Seminararbeit, dass es schwierig wäre, in einer solchen Röhre überhaupt in den Flow zu kommen.

#### 4.4.3 FAZIT HEC UND MRT

Grundsätzlich stellen sowohl die Hemoencephalographie wie auch die Magnetresonanztomographie Methoden dar, mit denen Hirnaktivitäten festgehalten werden können. Beide Methoden könnten für die Messung von Flow geeignet sein. Die Hemoencephalographie ist relativ einfach anzuwenden und stört den Kandidaten wenig beim Arbeiten, jedoch ist diese Methode in der zeitlichen Abfolge etwas grob.

Die Magnetresonanztomographie ist eine sehr präzise Methode, die sogar Aufschluss über die Aktivität der einzelnen Hirnregionen gibt. Sie hat aber den Nachteil, dass das Gerät sehr gross und die Handhabung umständlich ist.

#### 4.5 FAZIT MESSMETHODEN

Fasst man sämtliche Messmethoden zusammen ergeben sich folgende Entscheidungen für die Messanordnung:

- Ausser den persönlichen Messmethoden sind keine Methoden bekannt, Flow sichtbar zu machen.
- Die persönlichen Messmethoden sind erprobt und ergeben die Basis für die neu zu entwickelnden Methoden.
- Bei der neu zu entwickelnden Methode wird der Fokus auf EEG gelegt, weil es sich nach Prüfung aller aufgelisteten Methoden um die vielversprechendste Methode handelt, mit deren Hilfe eine genügend grosse Datenbasis geschaffen werden kann.
- Die EEG-Messmethode bietet folgende Vorteile:
  - Eine zeitliche Auflösung im Millisekundenbereich
  - Kostengünstig
  - Nicht invasiv
  - Misst direkt die neuronale Aktivität

## 5 MESSEN VON FLOW MIT EEG

Wie im Fazit der Messmethoden auf der Seite zuvor erwähnt, waren keine Messmethoden bekannt, Flow auf elektronische Weise verlässlich zu messen. Aus diesem Grund war ein Ziel dieses Forschungsprojekts, an einer Methode zu arbeiten, die mit Hilfe von EEG-Messungen aufzeigt, wie die Gehirnwellen reagieren, wenn eine Person beim Spiel in einem Game Based Learning Programm in den Flow kommt.

Es sollte also versucht werden, den Flow mittels EEG-Messung während des Lernens am Computer sichtbar zu machen.

Um viele Messungen machen zu können, würde es nötig sein, ein Game Based Learning Spiel zu entwickeln, mit dessen Hilfe Personen gezielt in den Flow geführt werden können. Zur Überprüfung des Flow-Zustands sollte der Flow-Kurzfragebogen (FKS) von Prof Rheinberg (Rheinberg et al. 2003) angewendet werden.

### 5.1 "BUCH"-MESSUNG

Ziel der ersten Messung war es, Basisinformationen für spätere Messungen zu gewinnen. Einerseits sollten Informationen für die spätere Platzierung der Elektroden (Kapitel 4.3.5.) gewonnen werden. Da in den nachfolgenden Messungen mit einem Zweikanalgerät gearbeitet werden sollte, mussten geeignete Stellen zur Elektrodenplatzierung herausgefunden werden. Zusätzlich sollten Hinweise gefunden werden, auf welche Frequenzbänder das Augenmerk zu richten sei.

Nun war ein möglichst einfaches Setting gesucht, bei dem eine möglichst hochauflösende EEG-Messung gemacht werden konnte.

Csikszentmihalyi schrieb in seinem Buch "Flow das Geheimnis des Glücks" : "Eine der am häufigsten erwähnten erfreulichen Aktivitäten in der Welt ist Lesen." (Csikszentmihalyi 2005, S. 75). Ein grosser Vorteil beim Lesen ist, dass sich die Versuchsperson nicht gross bewegen muss, was sich sehr positiv auf die Aufzeichnung von Artefakten auswirken sollte (siehe auch Kapitel 4.3.6 Artefakte). Zudem gelang es, eine Versuchsperson zu finden, die passionierte Krimileserin war und sehr schnell auch in einer ungewohnten Umgebung in den Flow kommen konnte.

Die Messung fand in der Psychiatrischen Universitätsklinik in Zürich statt, wo das KEY Institut eine komplette Messeinrichtung mit einem 64-Kanal-EEG-Messgerät zur Verfügung hatte. Frau Dr. Lorena Giannotti mit Assistentinnen begleitete die Messung mit der freundlichen Genehmigung von Herrn Prof. Dietrich Lehmann. Herr Dr. Pascal Faber unterstützte die Auswertung der erhobenen Daten.

Wie bereits erwähnt, diente der Flow-Kurzfragebogen (FKS) von Prof. Rheinberg (Rheinberg et al. 2003) zum Nachweis des Flow-Zustands.

### 5.1.1 SETTING DER MESSUNG

Für die Messung wurden folgende Grundeinstellungen verwendet:

**Tabelle 8: Definition der Bandbreiten für die Auswertung der Messresultate**

bd 1:	delta	1.5	to	6	Hz
bd 2:	theta	6.5	to	8	Hz
bd 3:	alpha1	8.5	to	10	Hz
bd 4:	alpha2	10.5	to	12	Hz
bd 5:	beta1	12.5	to	18	Hz
bd 6:	beta2	18.5	to	21	Hz
bd 7:	<input checked="" type="checkbox"/> beta3	21.5	to	30	Hz
bd 8:	<input checked="" type="checkbox"/> gamma	35	to	44	Hz

Die Messanordnung war so gestaltet, dass eine Messung mit Flow und eine Messung ohne Flow gemacht werden sollte.

Die Testperson wurde also gebeten, für die Flow-Messung in ihrem Lieblingskrimi zu lesen. Für die Non-Flow-Messung musste die Testperson ein Telefonbuch lesen.

### 5.1.2 RESULTAT

Die Auswertung des Flow-Kurzfragebogens ergab ein eindeutiges Resultat. Sie zeigte, dass es in der ersten Messung gelungen war, in den Flow zu gelangen, bei der zweiten Messung jedoch kein Flow vorlag.

Die Auswertung der Daten zeigte einen signifikanten Anstieg im Vergleich von Flow zu Non-Flow. Vor allem im Bereich von von 8.5 Hz war der Unterschied am grössten. Dies bedeutete, dass für künftige Messungen das Augenmerk sicher auf den Alpha-Bereich gelegt werden musste.

Abbildung 58 zeigt die gemessenen Frequenzen, wobei die X-Achse für die Frequenz steht und die Y-Achse für die Stärke des gemessenen Signals. Der grosse Ausschlag unterhalb des Werts 10 auf der X-Achse zeigt die grosse Differenz der beiden Messungen.

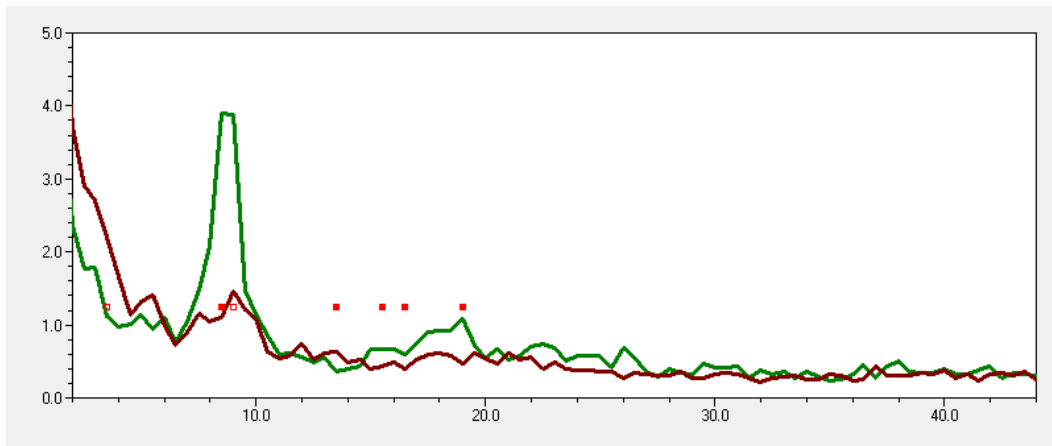


Abbildung 58: Ausdruck aus "KEY Spectrum V63" alle Frequenzen

Um dies zu verdeutlichen, wurde bei Abbildung 59 der relevante Messbereich etwas vergrößert. So wird der Unterschied noch deutlicher erkennbar.

Der rote Punkt zeigt, wo die Unterschiede der Messdaten signifikant sind.

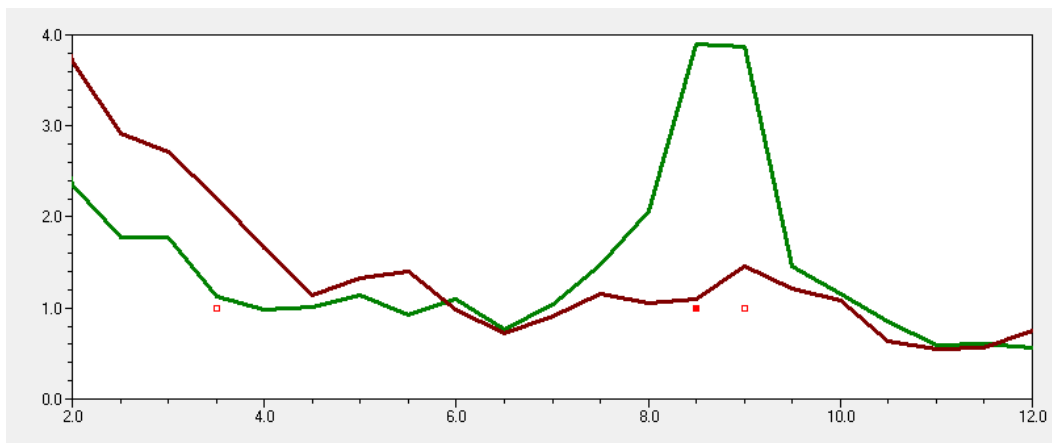


Abbildung 59: Ausdruck aus "KEY Spectrum V63" Fokus auf 2-12 Hz

Bei der Analyse für die zukünftige Positionierung der Elektroden zeigten die Messergebnisse, dass sich die Erhöhung der Alpha-Wellen rund um den Kopf herum aufzeigte. Dies hatte zur Folge, dass für die kommenden Zweikanalmessungen keine spezielle Elektrodenplatzierung zu berücksichtigen war und das normale Setting des Two-Channel Hookup (Kapitel 4.3.5.4) angewendet werden konnte. Die detaillierten Ergebnisse sind im Anhang unter 10.3.1 zu finden.

## 5.2 SPIEL ALGO

In der ersten Messphase sollten nun die Erkenntnisse aus der Einstiegsmessung so umgesetzt werden, dass mit einem Zweikanalgerät so viele Daten wie möglich gesammelt werden konnten.

Um möglichst speditiv Informationen sammeln zu können, wurden zwei Diplomarbeiten in Auftrag gegeben. Die Arbeiten hatten zum Ziel, eine Game Based Learning Software zu entwickeln, die Daten aufzeichnen sollte, um zu überprüfen, ob sich der Flow in einer Spielumgebung am Computer gleich verhält, wie in der Einstiegsmessung. Die beiden Diplomanden sollten eng zusammenarbeiten, indem sie gemeinsam eine solide Datenbasis schaffen sollten, die wiederum als Basis für weitere Untersuchungen dienen sollte.

Der Fokus der ersten Arbeit lag in der Analyse des Zusammenhangs zwischen Flow und Lernerfolg einerseits und der Entwicklung eines Szenariums zur Messung von Flow. Die zweite Arbeit hatte ihren Fokus auf der Entwicklung einer Lernplattform, um den Unterschied zwischen Flow und Non-Flow aufzuzeigen. Zusätzlich sollte, wenn möglich, der Zusammenhang zwischen Flow und Lernerfolg sichtbar gemacht werden.

### 5.2.1 AUFGABE/ZIELE

Die gemeinsame Aufgabe war die Entwicklung eines Lernspiels, dass Flow provozieren konnte, und die Überprüfung von Lernerfolg und Flow. Da es sich um zwei einzelne Diplomarbeiten handelte, die gleichzeitig an einem gemeinsamen Teilprojekt arbeiteten, sollen deren Ziele hier einzeln aufgeführt werden.

Grundsätzlich war es die Aufgabe der beiden Diplomanden, folgende Fragen zu beantworten:

- Ist es möglich, ein Lernspiel so anzulegen, dass es Flow produziert?
- Führt der erlebte Flow beim Spielen zu einem höheren Lernerfolg als wenn das Lernspiel ohne Flow-Gefühl absolviert wird?
- Gibt es einen Einfluss des Alters auf Flow-Erlebnisse und Lernerfolg?
- Gibt es geschlechterspezifische Unterschiede bezüglich Flow-Erleben, Leistung und Selbsteinschätzung des Lernzuwachses?
- Hat die erhöhte Motivation, die durch das Lernprogramm erzeugt wurde, Auswirkungen auf die Intensität des Flow-Erlebens?
- Hat die Intensität des Flow-Erlebens eine direkte Auswirkung auf den Lernerfolg, respektive auf die Zunahme der Selbsteinschätzung über den Lernzuwachs?
- Können parallel dazu Flow-spezifische EEG-Wellen festgehalten werden?

### 5.2.2 SPIELUMGEBUNG

In diesem Kapitel wird der Aufbau des Lernspiels aufgezeigt. Dabei soll zuerst die entwickelte Lernplattform gezeigt werden. Sie sollte nicht nur den Einstieg ins Spiel ermöglichen, sondern auch die Möglichkeit bieten, den Fragebogen zur Flow-Kurzskala elektronisch zu erfassen und anschliessend auszuwerten. Selbstverständlich wurden die Daten in einer elektronischen Datenbank gespeichert, falls sie anschliessend weiter ausgewertet werden sollten.

Es wurden zwei Spiele entwickelt (Benz 2007, S. 26); siehe auch (Sedgewick 1992, S. 187ff.):

- Das Spiel "Heap-Sort" bringt dem Benutzer bei, wie ein Maximum Heap aufgebaut wird.
- Mit "Expression-Tree" wird dem Benutzer beigebracht, wie ein sogenannter Ausdrucksbaum aufgebaut wird.

Beide Spiele waren in einer Flow-Variante und in einer Non-Flow-Variante vorhanden, womit insgesamt vier Spiele zur Verfügung standen.

### 5.2.2.1 DIE LERNPLATTFORM

In Abbildung 60 sieht man die schematische Darstellung der Funktionen der Lernplattform. Sie enthielt die Möglichkeit, neue Benutzer zu registrieren, die anschliessend vollautomatisch durch die Erhebung geführt wurden. Im Administrationsbereich wurden unter anderem die statistischen Auswertungen vorgenommen.

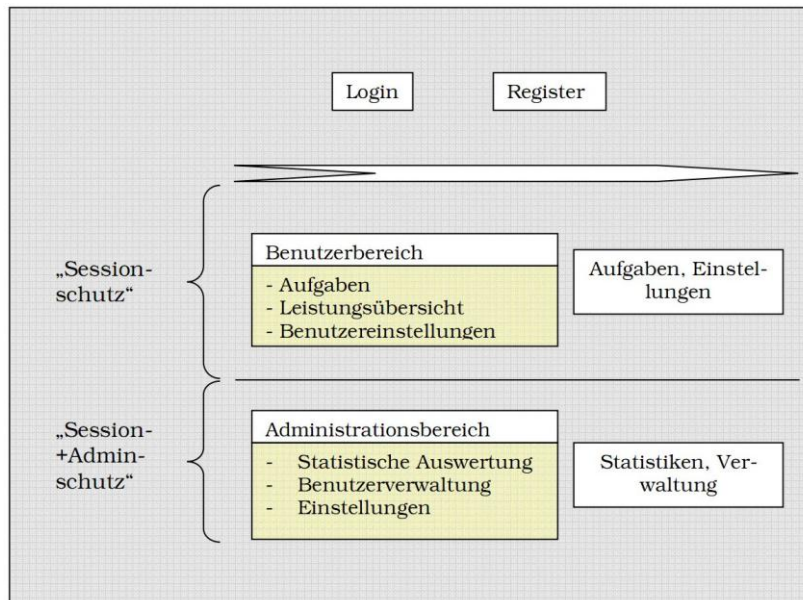


Abbildung 60: Schematische Darstellung der Funktionen (Benz 2007, S. 50)

Bei der Login-Maske hatte der zuvor erfasste Benutzer die Möglichkeit, sein Passwort zu ändern.

Username:

Alte Email:

Neue Email:

Altes Passwort:

Neues Passwort:

Neues Passwort wiederholen:

Abbildung 61: Login-Maske (Benz 2007, S. 55)

Mit der Benutzerverwaltung, gemäss Abbildung 62, konnten die teilnehmenden Personen bequem verwaltet werden.

**Benutzerverwaltung:**

Anzahl Registrierte Benutzer: 7

<input type="checkbox"/>	Benutzername	Passwort	Aufgabe			
<input type="checkbox"/>	admin	***				
<input type="checkbox"/>	christelle	***	HN	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Passwort resettten (1234)"/>	<input type="button" value="Blockieren"/>
<input type="checkbox"/>	dda	***	EF	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Passwort resettten (1234)"/>	<input type="button" value="Aktivieren"/>
<input type="checkbox"/>	onemore	***	HN	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Passwort resettten (1234)"/>	<input type="button" value="Blockieren"/>
<input type="checkbox"/>	regTest	***	HF	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Passwort resettten (1234)"/>	<input type="button" value="Blockieren"/>
<input type="checkbox"/>	test1	***	HF	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Passwort resettten (1234)"/>	<input type="button" value="Blockieren"/>
<input type="checkbox"/>	testUser	***	EN	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Passwort resettten (1234)"/>	<input type="button" value="Blockieren"/>

Abbildung 62: Benutzerverwaltung (Benz 2007, S. 57)

Der Einstellungsbildschirm, der in Abbildung 63 zu sehen ist, bot die Möglichkeit, Verwaltungsfunktionen für grössere Mengen von Benutzern zu verwalten.

**Einstellungen:**

Maximale Anzahl Benutzer:  Aktueller Wert: (100)  
 Registrations Passwort:  Aktueller Wert: (regPass)  
 Anzeige aller Daten: ☐ (Diese Einstellung zeigt alle Daten zur Auswertung an, also auch Daten von gelöschten Benutzern.)  
 Sound bei den Spielen: ☐ (Diese Einstellung wird dem zur Zeit aktivierten Test-Setting zugeordnet.)

Anzahl Vorhandene Test-Settings: 3

Name	Sound Ein/Aus		
RunThroughTest	Aus	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Blockieren"/>
FunctionTest	Aus	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Aktivieren"/>
SoundTest	Ein	<input type="button" value="Löschen"/>	<input type="button" value="Aktivieren"/>

Abbildung 63: Einstellungsbildschirm (Benz 2007, S. 59)

Wie bereits erwähnt, wurde der FKS-Fragebogen (Rheinberg et al. 2003) elektronisch zur Verfügung gestellt. Abbildung 64 zeigt den ersten Teil der Datenerhebung. Deren Auswertung wird im Kapitel 5.2.2.4 gezeigt.

**Bitte beantworten sie nun kurz folgende Fragen zum vorherigen Spiel:**

Ich fühlte mich optimal beansprucht.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Meine Gedanken bzw. Aktivitäten liefen flüssig und glatt.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich merkte gar nicht, wie die Zeit vergeht.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich hatte keine Mühe, mich zu konzentrieren.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Mein Kopf war völlig klar.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich war ganz vertieft in das was ich gerade machte.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Die richtigen Gedanken/Bewegungen kamen wie von selbst.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich wusste bei jedem Schritt, was ich zu tun habe.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich hatte das Gefühl, den Ablauf unter Kontrolle zu haben.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich war völlig selbstvergessen.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Es stand etwas für mich Wichtiges auf dem Spiel.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich durfte keine Fehler machen.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Ich machte mir Sorgen über einen Misserfolg.	Trifft nicht zu <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Trifft zu
Für mich persönlich waren die Anforderungen...	Zu gering <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Zu hoch

Abbildung 64: Fragebogen Lernplattform (Benz 2007, S. 52)



#### 5.2.2.2 *FLOW-VERSION DES SPIELS*

In der Flow-Variante des Spiels wurden die verschiedenen Faktoren, die Flow positiv beeinflussen, im Spiel umgesetzt. Bei der Non-Flow-Variante wurden eben diese Faktoren nicht umgesetzt.

Die Flow-Faktoren (siehe auch Kapitel 2.1) wurden, wie Abbildung 65 zeigt, im Spiel integriert (Benz 2007, S. 28ff.):

- Ein Info-Bereich, der den Spieler durch das Spiel führte.
- Klare Zielsetzung, die mit Hilfe von Zwischenschritten erreicht werden konnten.
- Fortschrittsanzeige zeigte den Lernfortschritt, ohne den Spieler abzulenken.
- Die Zwischenziele zeigten Teilschritte an, die zum Hauptziel führten.
- Grafische Unterstützung durch das Hintergrundbild, Emoticons und die Metapher des Sortierbaums als richtiger Baum in der grafischen Gestaltung.
- Die Möglichkeit Hilfe aufzurufen half dem Benutzer, das Kontrollgefühl zu behalten, wenn er nicht mehr weiter wusste.
- Klickte der Benutzer auf den Exit-Knopf, obwohl das Spiel noch nicht zu Ende war, wurde er darauf hingewiesen.
- Verschiedene Spiellevels mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad halfen dem Spieler, die richtige Passung zwischen Können und Anforderung aufrecht zu erhalten. Zusätzlich wurden die Hilfestellungen in den höheren Levels reduziert.

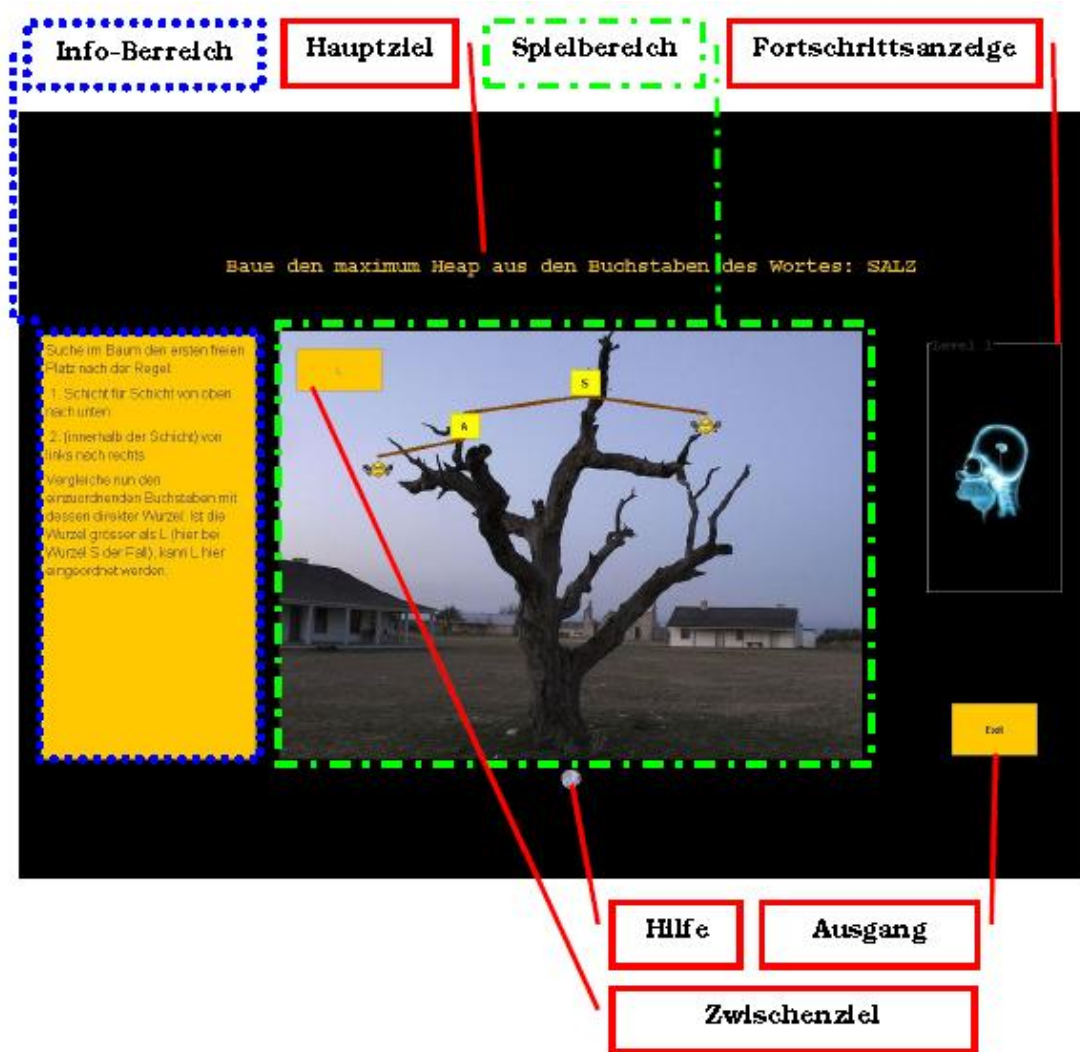


Abbildung 65: Flow-Version des Spiels, Bildschirmansicht (Benz 2007, S. 29)

### 5.2.2.3 NON-FLOW VERSION DES SPIELS

In dieser Version des Spiels wurde gegen sämtliche zuvor genannten Kriterien verstossen.

- Optische, wie auch akustische Stimuli wurden weggelassen.
- Es hatte keine Fortschrittsanzeige, wodurch der Spieler kein Feedback erhielt.
- Das Ziel wurde nicht bekanntgegeben. Dem Spieler wurden nur so viele Informationen gegeben, damit er überhaupt wusste, was er machen sollte.
- Das sofortige Feedback fehlte ganz. Der Spieler wurde erst am Ende des Spiels über das Ergebnis informiert.

Abbildung 66 zeigt die Darstellung des Bildschirms in der Non-Flow-Version.

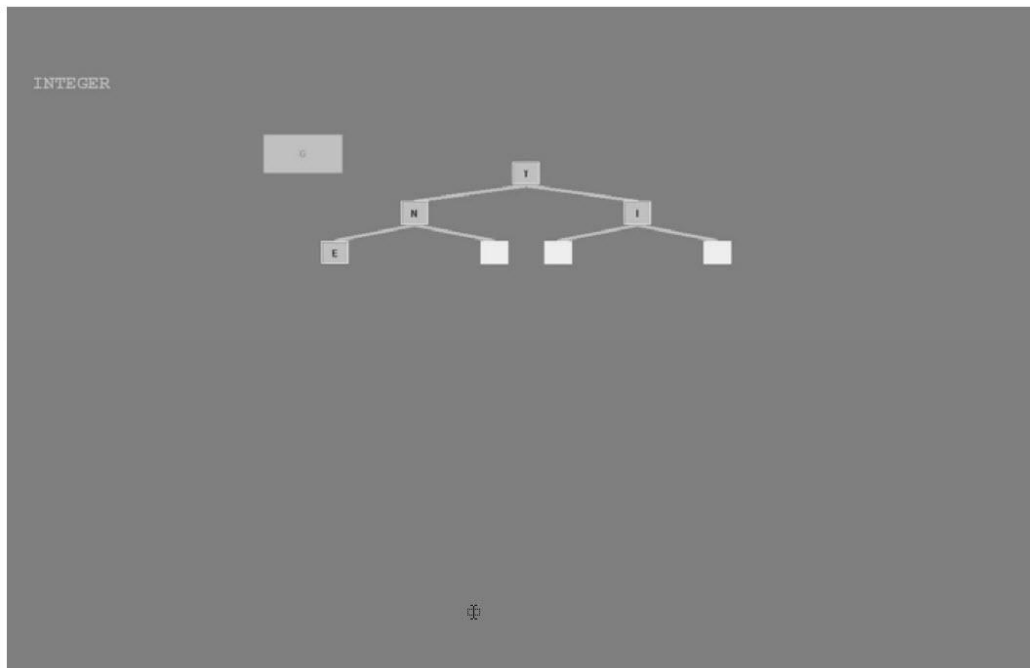


Abbildung 66: Non-Flow-Version des Spiels (Richartz 2006, S., S. 60)

#### 5.2.2.4 AUSWERTUNG IM PROGRAMM

Die statistische Auswertung war ein Bestandteil der Lernplattform. Sie begann mit der Benutzeransicht, auf der sämtliche Benutzer mit den erledigten Aufgaben angezeigt werden konnten. Hier konnten Benutzer mit noch offenen Tasks per E-Mail eingeladen werden.

Danach konnten die Benutzer ausgewählt werden, damit sie für die statistische Auswertung miteinbezogen wurden. Für die Auswertung konnten auch Benutzer miteinbezogen werden, die noch nicht alle Tests absolviert hatten.

Anschliessend wurden die Daten auf einer Benutzeransicht angezeigt. Hier konnten fehlerhafte oder ungültige Daten manuell entfernt werden.

Danach folgte die statistische Auswertung der Daten. Eine einfache lineare Regressionsanalyse zeigte die kausale Beziehung zwischen einer abhängigen und einer unabhängigen Variablen. Die Ergebnisse wurden sowohl tabellarisch wie auch grafisch dargestellt (Benz 2007, S. 55ff.). Die grafische Darstellung zeigt Abbildung 67.

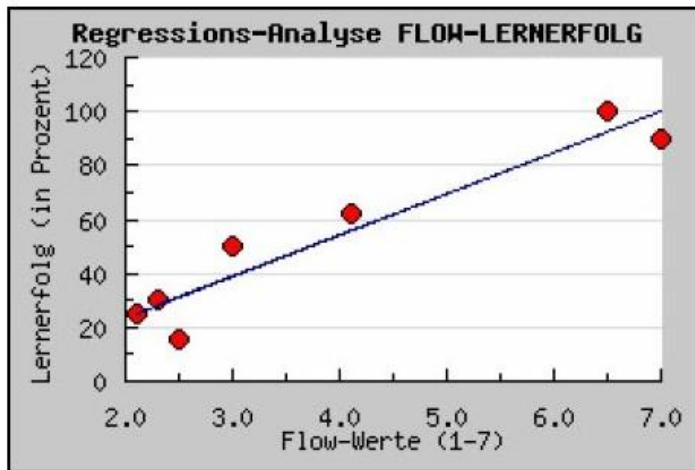


Abbildung 67: Regressionsanalyse Flow – Lernerfolg (Benz 2007, S. 56)

### 5.2.3 UNTERSUCHUNGSABLAUF

Diese Untersuchung richtete sich an Studierende der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, die im Hauptstudium am Institut für Informatik eingeschrieben waren. Zusätzlich wurden auch Assistierende des Instituts für Informatik eingeladen.

Die Untersuchung dauerte 30 Minuten und gliederte sich in drei Phasen:

- Erfassen von persönlichen Informationen, wie Alter und Geschlecht. Zusätzlich wurde die Vornote aus dem Grundstudium im Fach "Informatik Aufbau-stufe" erfasst. Die Prüfung des Fachs "Algorithmen und Datenstrukturen" zeigte den Kenntnisstand, den eine Testperson in diesem Bereich mitbrachte. Sie war eine zwingende Vorbedingung für die Absolvierung des Tests.
- Absolvierung des Tests.
- Auswertung/Besprechung der Testergebnisse.

Die Messungen wurden mit einem Zweikanal-EEG-Gerät vollzogen. Gemäss Resultaten der Einstiegsmessung wurde ein Two-Cannel Hookup (Abbildung 1, Abbildung 43) angewendet, bei dem die Grundlektrode auf der Stirn angebracht wurde.

Die Messungen wurden mit der Software "Morae", einem Usability-Programm aufgezeichnet, um spätere Detailanalysen durchführen zu können. "Morae" zeichnet neben Bildschirm und Benutzer auch die Maus- und Tastaturbewegungen auf.

### 5.2.3.1 VORSTUDIE

Die Vorstudie diente dazu, die gesamte Messanordnung testen zu können. Dazu wurden fünf weibliche und fünf männliche Testpersonen eingeladen, den Test zu absolvieren. Zusätzlich zur Feedbackerfassung des normalen Tests hatten die Absolventen die Möglichkeit, zum Test selber eine Rückmeldung abzugeben.

Abbildung 68 zeigt den Ablauf der Vorstudie:

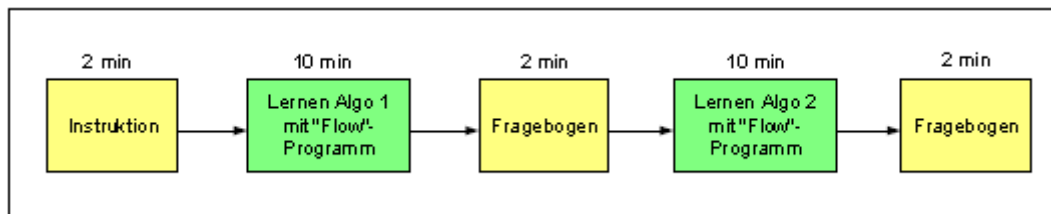


Abbildung 68: Ablauf Vorstudie (Richartz 2006, S. 58)

Die Rückmeldungen aus der Vorstudie ergaben dann auch Verbesserungsmöglichkeiten, die sofort umgesetzt wurden. Es wurden Formulierungen in den Hilfestellungen verbessert und verschiedene grafische Anpassungen vorgenommen.

Das Befestigen der Elektroden mit der "Ten20 Paste" zeigte erhebliche Probleme mit Übergangswiderständen, die zwangsläufig zu Artefakten führten. Um dies zu beheben wurde eine SuSa-Cap (Abbildung 51) angewendet. Bei der SuSa-Cap werden die Elektroden mit Salzwassertapes umwickelt, womit ein erheblich besserer Kontakt zur Kopfhaut hergestellt werden kann (siehe 4.3.8.4).

Schon in der Vorstudie zeigte sich, dass die Flow erzeugende Version des Spiels wirklich auch Flow erzeugt, womit das Spiel ohne weitere Anpassungen für die Hauptuntersuchung übernommen werden konnte.

### 5.2.3.2 HAUPTSTUDIE

An der Hauptuntersuchung nahmen 50 Personen teil. 49 davon waren Studierende und eine Person war als Assistent tätig. Unter den Teilnehmenden waren 74 % männlich und 26 % weiblich. Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden betrug 26,3 Jahre. Die Resultate der Prüfung "Informatik Aufbaustufe" ging von 3.0 bis zur Note 5.5.

Anhand der erfassten persönlichen Informationen wurden die Teilnehmenden in zwei gleichmässige Gruppen eingeteilt. Dabei achteten die Tester vor allem auf eine ausgeglichene geschlechter- und notenspezifische Verteilung. Dies sollte sicherstellen, dass die ausgewerteten Ergebnisse vergleichbar waren. Dies wurde zusätzlich unterstützt, indem sämtliche Teilnehmenden beide Testanordnungen in umgekehrter Reihenfolge zu durchlaufen hatten.

Die Testanordnung wurde gemäss Abbildung 69 angelegt:

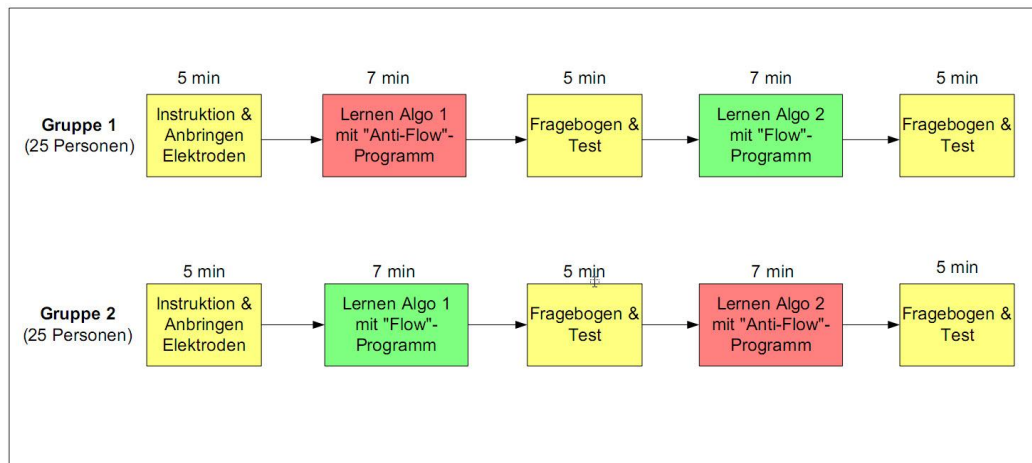


Abbildung 69: (Richartz 2006, S. 54)

Durch das Vertauschen der Reihenfolge und der verschiedenen Algorithmen gelang es, sämtliche möglichen Nebeneffekte auszuschalten und eine volle Vergleichbarkeit der gemessenen Resultate zu erzielen.

### 5.2.3.3 ANZEIGE DER ERGEBNISSE

Wie bereits beschrieben, wurde für sämtliche Teilnehmenden zweimal Flow-Werte gemessen. Einerseits durch den FKS-Fragebogen, andererseits durch die Messung der EEG-Signale. Zusätzlich wurde am Ende jeder Lernphase der Lernerfolg überprüft.

Die Ergebnisse der Fragebogen wurden direkt im Anschluss an den Test wie folgt dargestellt:



Abbildung 70: Ergebnisauswertung (Benz 2007, S. 54)

### 5.2.4 RESULTATE

An dieser Stelle sollen die Resultate der ersten Messphase zusammengefasst wiedergegeben werden. Die Detaillierten Messergebnisse sind im Anhang (Kapitel 10.3.2) zu finden. Richartz und Benz konnten folgende Resultate erzielen (Richartz 2006, S. 72ff.) (Benz 2007, S. 44ff.):

#### 5.2.4.1 ERZEUGUNG VON FLOW IM LERNSPIEL

Wie in Abbildung 71 zu sehen, gelang es den beiden Diplomanden, ein selbst entwickeltes Lernspiel so anzulegen, dass die eine Version (Flow) tatsächlich "hoch signifikant" ( $F = 25.595$  und  $p = 0.01$ ) bessere Flow-Werte erzielen konnte, als bei der zweiten Variante des Spiels (NON-Flow).

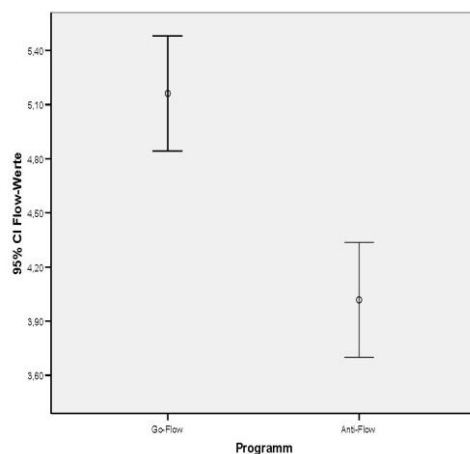


Abbildung 71: Konfidenzintervalle Flow / Non-Flow (Richartz 2006, S. 78)

#### 5.2.4.2 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN FLOW UND LERNERFOLG

Wie auf nachfolgender Tabelle ersichtlich ist, konnte auch der Zusammenhang zwischen Flow und Lernfortschritt eindeutig ( $F = 46.31$  und  $p = 0.01$ ) nachgewiesen werden.

Tabelle 9: Selbst erbrachte Leistung und selbst eingeschätzter Lernerfolg (Richartz 2006, S. 79)

Programm	Leistungs-Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert Selbsteinschätzung	Standard-abweichung	Anzahl Messungen
„Flow“-Programm	8.06	3.623	5.14	1.761	50
„Anti-Flow“-Prog.	3.72	2.638	2.56	1.798	50
Gesamt	5.89	3.826	3.85	2.194	100

#### 5.2.4.3 GESCHLECHTERSPEZIFISCHE UNTERSCHIEDE IM EMPFINDEN VON FLOW

Der Vergleich zwischen Frauen und Männern in dieser Studie zeigte, wie in Abbildung 72 zu sehen, keine Unterschiede betreffend Flow-Empfinden.

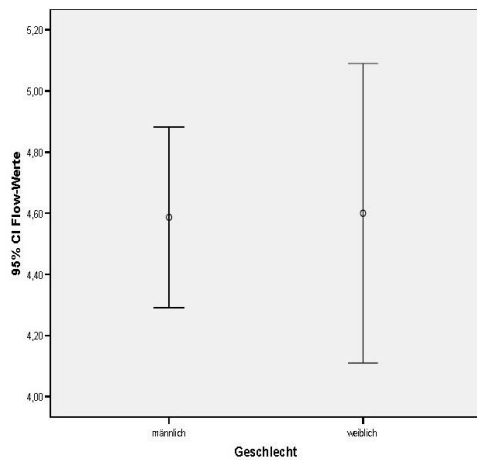


Abbildung 72: Geschlechterspezifische Unterschiede beim Flow-Empfinden (Richartz 2006, S. 81)

#### 5.2.4.4 ALTERSSPEZIFISCHE UNTERSCHIEDE IM EMPFINDEN VON FLOW

Die in der Studie untersuchten Personen zeigten bei über 25-Jährigen intensive-ere Flow-Zustände als bei jüngeren Personen. Abbildung 73 zeigt auf der linken Seite Personen bis 25 Jahre, auf der rechten Seite Personen, die über 25 Jahre alt sind.

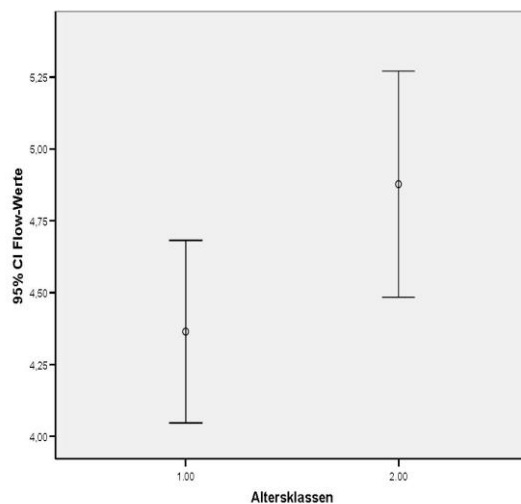


Abbildung 73: Flow-Empfinden in verschiedenen Altersklassen (Richartz 2006, S. 83)



#### 5.2.4.5 AUSWIRKUNGEN DER ERHÖHTEN MOTIVATION AUF DIE INTENSITÄT DES FLOW-ERLEBENS

Wie Abbildung 74 zeigt, konnte mit einem F von 96.520 ( $p = 0.01$ ) hoch signifikant nachgewiesen werden, dass die Motivation einen starken Einfluss auf den Flow hat.

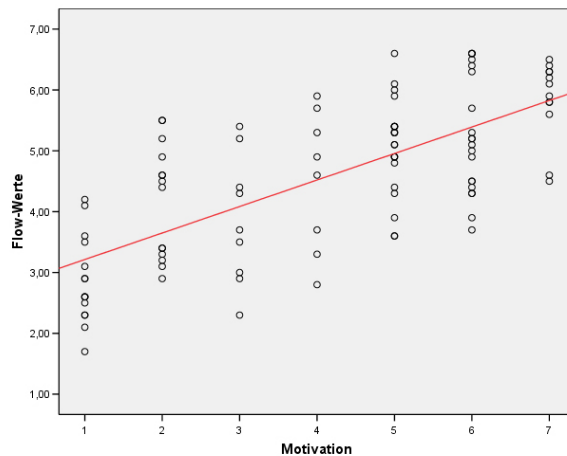


Abbildung 74: Regressiver Zusammenhang von Motivation und Leistung (Richartz 2006, S. 85)

#### 5.2.4.6 JE HÖHER DER FLOW-WERT, DESTO HÖHER DER LERNERFOLG

Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Höhe des Flow-Werts und geprüftem Lernerfolg wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt, die mit einem F-Wert von 60.281 ( $p = 0.01$ ) höchst signifikante Resultate lieferte (siehe Abbildung 75).

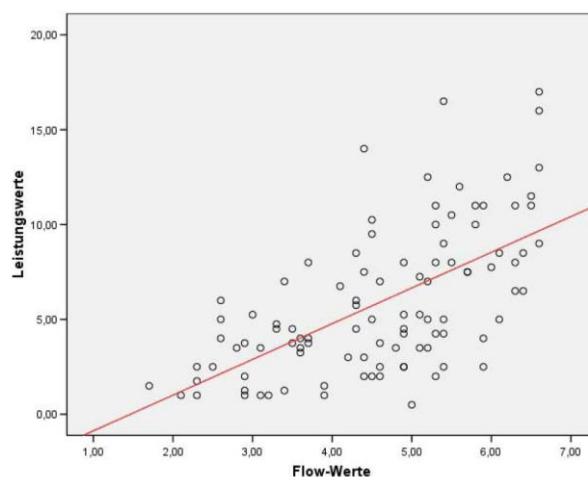


Abbildung 75: Streudiagramm mit eingezeichneter Regressionsgeraden für den regressiven Zusammenhang von Flow und Leistung (Richartz 2006, S. 87)

Richartz schreibt in ihrer Analyse der Resultate: "Das bedeutet, dass die unabhängige Variable Flow einen substantiellen Einfluss auf den Lernerfolg ausübt." (Richartz 2006, S. 87)

#### 5.2.4.7 ZUSAMMENHANG FLOW UND EEG-DATEN

Die Ergebnisse der Analyse der EEG-Daten, die im Flow-Zustand aufgezeichnet wurden, standen nicht in Übereinstimmung mit den Resultaten der Einstiegs-messung, denn das einzig signifikante Muster war die Erhöhung der Theta-Wellen, die jeweils gleichzeitig über den Alpha-Wellen lagen (siehe Abbildung 76). Dies mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 9 %, welche damit zu be-gründen ist, dass zirka, 10 % der Menschen gar nicht in diesen Zustand kommen können; siehe auch Rheinberg (Rheinberg et al. 2003, S. 4).

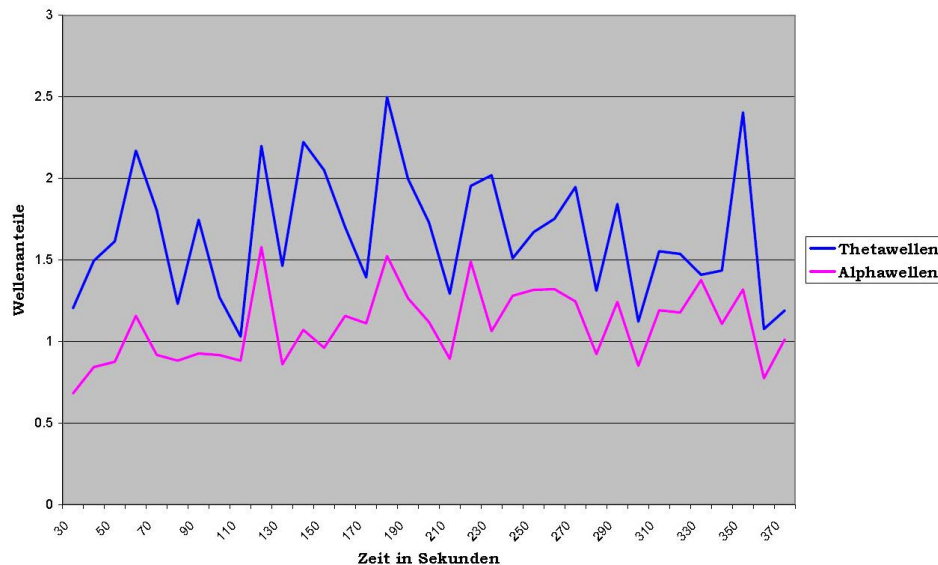


Abbildung 76: Alpha- und Theta-Wellen beim Lernen im Flow-Zustand (Richartz 2006, S. 91)

#### 5.2.5 FAZIT SPIEL ALGO

Ein wichtiger Schritt in der ersten Messphase war, ein Spiel zu erhalten, das in der Lage ist, Flow beim Lernenden zu provozieren. Dass es zusätzlich gelang, den Nachweis zu erbringen, dass dies auch zu einer Erhöhung des Lernfortschritts führen würde, beweist die Anwendbarkeit des Flow-Konzepts für das Game Based Learning.

Bei den Untersuchungen zu den altersspezifischen, wie auch zu den geschlechtsspezifischen Unterschieden war es wichtig, im Auge zu behalten, dass es sich bei den untersuchten Testpersonen um Informatikstudierende handelt. Dies repräsentiert eine sehr eingegrenzte Zielgruppe. Das heisst, es müssen weitere Daten gewonnen werden, um die gemessenen Werte zu vergleichen. Zusätzlich sollten, in Verbindung mit einer Ausweitung des Personenkreises der Testpersonen, neue Messungen unternommen werden.

Eine zusätzliche Überprüfung der Messverfahren sollte Erkenntnisse darüber bringen, ob allenfalls zusätzliche Messmethoden in Betracht gezogen werden sollten.

### 5.3 SPIEL "ALGO-PLUS"

In dieser Messphase wurden parallel zwei eigenständige Diplomarbeiten in Auftrag gegeben, um die Erkenntnisse aus der ersten Messphase umsetzen; eine an Bettina Koch (Algo-Plus) und eine an Marius Flückiger (Messphase E&T).

#### 5.3.1 AUFGABE/ZIELE

Bettina Koch (Koch 2007) erhielt den Auftrag, die möglichen Messmethoden für das Messen von Körpersignalen nochmals einer genauen Analyse zu unterziehen. Dies sollte mögliche Alternativen für das Messen von Flow aufzeigen. Zusätzlich war ihre Aufgabe, auf Basis der Messmethodik der , neue Messungen durchführen. Durch die Überprüfung von neuen Forschungsfragen erhofften wir uns, weitere Erkenntnisse über EEG-Signale im Flow-Zustand zu erhalten.

Mit den ersten beiden Fragen wurde, wie bei der ersten Messphase, sichergestellt, dass einerseits die Flow-Version gemäss FKS-Skala höhere Flow-Werte produziert als die Non-Flow-Version des Spiels. Andererseits wurde überprüft, ob die Flow-Version zu tiefer wahrgenommenen Anforderungswerten und höheren Fähigkeitswerten führt, als die Non-Flow-Version des Spiels (siehe auch Flow-Kanal im Kapitel 2.2.1).

Nachdem durch eine geeignete Versuchsanordnung Flow herbeigeführt werden konnte, sollten Hirnwellen im Flow mit denjenigen im Non-Flow verglichen werden. Dabei wurde das Augenmerk auf folgende Hirnwellen gerichtet:

- Theta-Aktivität Flow > Theta-Aktivität Non-Flow
- Low-Beta-Aktivität Flow > Low-Beta-Aktivität Non-Flow
- Midrange-Beta-Aktivität Flow > Midrange-Beta-Aktivität Non-Flow
- High-Beta-Aktivität Flow > High-Beta-Aktivität Non-Flow

Bei dieser Untersuchung wurden die Messresultate zusätzlich jeweils in einen Anfangs-, einen mittleren und einen Endteil unterteilt, um Unterschiede in den Aktivitäten der drei Teile zu untersuchen. So konnte festgestellt werden, ob die Aktivität gleichmässig über die gemessene Zeit verlief.

Zum Schluss wurden die EEG-Ergebnisse der ersten Messphase nachvollzogen, indem überprüft wurde, ob im Flow-Zustand die Theta-Wellen über den Alpha-Wellen lagen.

### 5.3.2 SPIELUMGEBUNG

Die gestellten Forschungsfragen wurden anhand der von Dany Benz entwickelten Spielumgebung aus der Messphase 1 überprüft. Die Spielumgebung umfasste folgende Teile:

- Lernplattform
- Flow-Version des Spiels
- Non-Flow-Version des Spiels
- Statistische Auswertung

Details dazu finden sich im Kapitel 5.2.2.

### 5.3.3 UNTERSUCHUNGSABLAUF

Wie bereits unter Kapitel 5.2.3 beschrieben, richtete sich die Untersuchung auch hier an Studierende und Assistierende des Instituts für Informatik. Bedingt durch das Thema des Lernspiels waren Vorkenntnisse im Fach Algorithmen und Datenstrukturen auch hier unerlässlich.

Die Rekrutierung der Testpersonen erfolgte via E-Mail oder durch direkte Ansprache. Potentielle Testpersonen wurden in der Mensa oder in einschlägigen Informatik-Vorlesungen gefunden (Koch 2007).

#### 5.3.3.1 VORSTUDIE

Die Vorstudie diente der Überprüfung der Platzierung der Elektroden. Zu diesem Zweck wurde als Vorstudie eine 64-Kanalmessung vollzogen. Mit freundlicher Unterstützung des KEY Instituts der Universität Zürich konnte diese Messung erneut an der Psychiatrischen Universitätsklinik mit den Instrumenten und Programmen des KEY-Instituts durchgeführt werden. Es nahmen drei Personen zwischen 27 und 31 Jahren teil. Zwei waren männlich und eine weiblich.

Die Vorstudie wurde folgendermassen durchgeführt:



Abbildung 77: Ablauf der Vorstudie (Koch 2007, S. 76)

Aus den gemachten Messungen konnte denn auch eine neue Elektrodenplatzierung für die Hauptstudie vorgeschlagen werden. Zusätzlich konnte bei diesen 64-Kanal-Messungen eine signifikante Theta-Erhöhung beim Flow-Programm festgestellt werden.

Die nachfolgende Grafik zeigt den Durchschnittswert von 58 Kanälen. Die grünen Balken stehen für das Flow-Programm, die braunen Balken für das Non-Flow-Programm, wobei der rote Kreis für den signifikanten Unterschied steht ( $p \leq 0.05$ ).

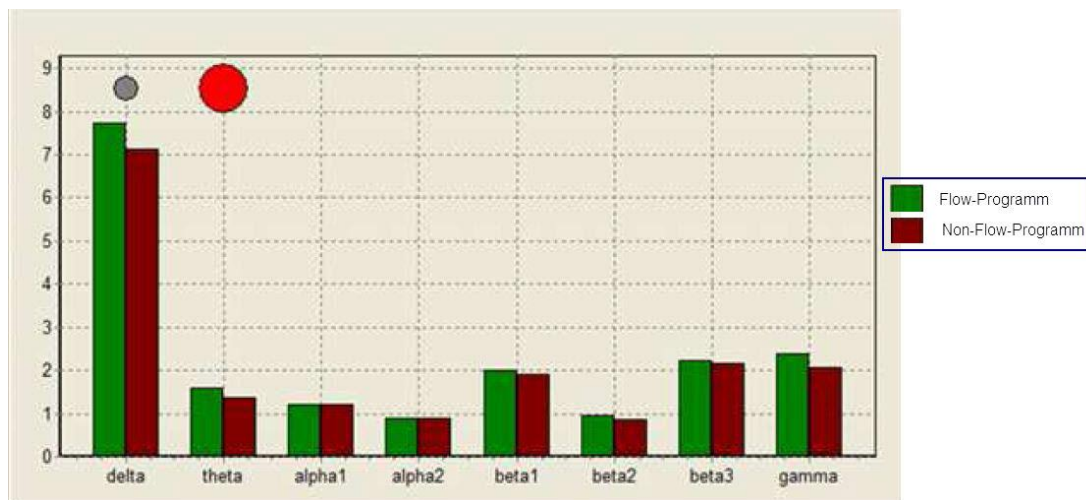


Abbildung 78: Durchschnitt über 58 Kanäle (Koch 2007, S. 85)

Die geänderte Elektrodenanordnung konnte neu wie folgt festgelegt werden:

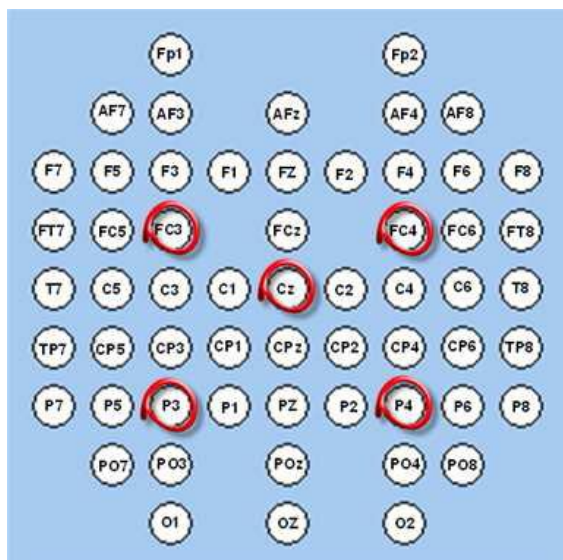


Abbildung 79: Geänderte Elektrodenanordnung (Koch 2007, S. 71)

### 5.3.3.2 HAUPTSTUDIE

An der Hauptuntersuchung nahmen 25 Personen teil. Das Durchschnittsalter der Teilnehmer betrug 26 Jahre. Die Resultate der Prüfung "Informatik Aufbau-stufe" gingen von 3.0 bis zur Note 5.5. Da in der Messphase I herausgefunden wurde, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen gab, konnten als Testpersonen alles Männer rekrutiert werden. Da die Mehrheit der Informatikstudenten männlich ist, vereinfachte dies die Rekrutierung der Testpersonen enorm. Die EEG-Aufzeichnung erfolgte mittels Zweikanal-EEG-Gerät

Die Hauptstudie wurde analog zur Vorstudie gemäss Grafik Seite 116 durchgeführt.



Abbildung 80: Ablauf der Vorstudie (Koch 2007, S. 76)

### 5.3.4 RESULTATE

#### 5.3.4.1 ERZEUGUNG VON FLOW IM LERNSPIEL

Unter ähnlichen Messbedingungen wie in der Messphase I gelang es auch in dieser Messanordnung, bei den lernenden Testpersonen Flow herbeizuführen.

Nachfolgende Tabelle zeigt, dass wiederum höchst signifikante Ergebnisse herausgekommen sind ( $F = 24.239$  und  $p = 0.01$ ).

Tabelle 10: Flow-Mittelwerte (Koch 2007, S. 98)

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
Go-Flow	21	4.8381	.88118	.19229	4.4370	5.2392	3.10	6.20
Anti-Flow	21	3.4905	.89270	.19480	3.0841	3.8968	2.30	5.20
Gesamt	42	4.1643	1.11022	.17131	3.8183	4.5103	2.30	6.20

Das Flow-Programm erzeugte deutlich höhere Flow-Werte als das Non-Flow-Programm.

### 5.3.4.2 WAHRNEHMUNG VON ANFORDERUNGEN UND EIGENEN FÄHIGKEITEN

Die Wahrnehmung der Anforderung war im Flow-Spiel höchst signifikant tiefer als im Non-Flow-Spiel ( $F = 21.765$  und  $p = 0.01$ ).

**Tabelle 11: Anforderungs-Mittelwerte (Koch 2007, S. 99)**

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
Go-Flow	21	3.6190	1.07127	.23377	3.1314	4.1067	2.00	6.00
Anti-Flow	21	5.3810	1.35927	.29662	4.7622	5.9997	3.00	7.00
Gesamt	42	4.5000	1.50203	.23177	4.0319	4.9681	2.00	7.00

Genau entgegengesetzt verhielt es sich mit der Wahrnehmung der Fähigkeit. Diese war bei der Flow-Variante des Spiels höchst signifikant höher als im Non-Flow-Spiel ( $F = 7.657$  und  $p = 0.01$ ).

**Tabelle 12: Fähigkeits-Mittelwerte (Koch 2007, S. 100)**

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
Go-Flow	21	5.19	1.862	.383	4.43	5.95	2	7
Anti-Flow	21	3.71	1.793	.391	2.90	4.53	1	7
Gesamt	42	4.45	1.864	.288	3.87	5.03	1	7

Damit war die Voraussetzung für das Erleben von Flow vorhanden (siehe Kapitel 2.1.1.1.).

Nachdem sichergestellt war, dass die einzelnen Messphasen klar zwischen Flow- oder Non-Flow-Sequenzen unterschieden werden konnten, wurden die aufgezeichneten EEG-Daten analysiert. In einer ersten Analyse wurden die einzelnen Frequenzbänder, wie unter Kapitel 4.3.2 vorgestellt, untersucht. Danach wurden die Messsequenzen zusätzlich in drei Teilphasen unterteilt, um zu überprüfen, ob eine Entwicklung innerhalb der einzelnen Messphase auftreten würde. Es zeigten sich folgende Resultate:

Die nachfolgenden Grafiken (Abbildung 81, Abbildung 82 und Abbildung 83) zeigen den zeitlichen Verlauf der gemessenen Hirnwellen, wobei die X-Achse die Zeit darstellt und die Y-Achse die gemessene Stärke des Signals in mV.

### 5.3.4.3 THETA-AKTIVITÄT

Theta-Aktivität steht im Wachzustand in Zusammenhang mit Kreativität und Spiritualität (Tabelle 5, Seite 80) und ist ein Zeichen von tiefer Entspannung. Die Theta-Aktivität war beim Flow-Programm höher als beim Non-Flow-Programm. Die Signifikanz wurde zwar beim Vergleich der Aktivität über eine halbe Sekunde mit einem Wert von  $p = 0.505$  knapp verfehlt, gemäss Zöfel (Zöfel 2003) besteht jedoch für Irrtumswahrscheinlichkeiten von  $P \leq 0.1$  eine Tendenz zur Signifikanz, womit durchaus ein Zusammenhang aufgezeigt werden konnte. Die



erhöhte Irrtumswahrscheinlichkeit kann damit begründet werden, dass 10 % der Menschen gar nicht in den Flow kommen können (Rheinberg et al. 2003, S. 4). Bei der Messung mit der Drei-Sekunden-Methode konnte der Zusammenhang signifikant aufgezeigt werden ( $p = 0.042$ ). Die nachfolgende Grafik untermauert diese Feststellung noch.

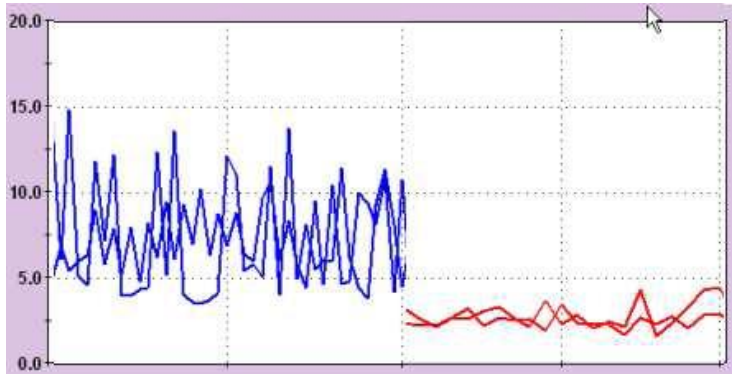


Abbildung 81: Theta-Wellen-Anteile (Koch 2007, S. 102)

#### 5.3.4.4 LOW-BETA

Low-Beta steht für mentale Anstrengung und geistige Aktivität (Tabelle 5, Seite 80). Der Zusammenhang zwischen Flow und einer Low-Beta-Aktivität des Hirns kann nicht bestätigt werden. Mit einem  $p$  von 0.055 beim Vergleich der Aktivität über eine halbe Sekunde und einem  $p$  von 0.0745 bei der Drei-Sekunden-Methode sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

#### 5.3.4.5 MIDRANGE-BETA

Midrange-Beta steht für mentale Aktivität, Konzentration und Fokus (Tabelle 5, Seite 80). Der Zusammenhang wäre insofern stimmig, da sich Fokus und Konzentration in der Tätigkeit positiv auf den Flow-Zustand auswirken (Kapitel 2.1.2, S. 16). Es kann ein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0.0375$ ) beim Vergleich der Aktivität über eine halbe Sekunde festgestellt werden. Bei der Analyse über drei Sekunden ergibt sich nur Signifikanz, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit auf 8 % erhöht wird.

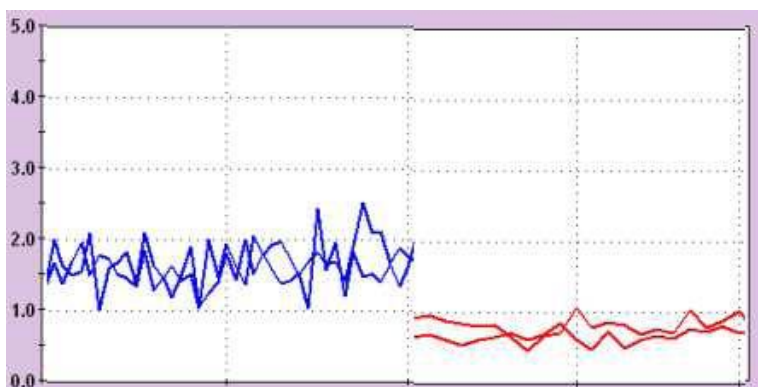


Abbildung 82: Midrange-Beta-Wellenanteile (Koch 2007, S. 106)



#### 5.3.4.6 HIGH-BETA

Die High-Beta-Aktivität wird in Zusammenhang mit Wachheit und Erregtheit, respektive Rechnen oder Planen gebracht (Tabelle 5, Seite 80). Es kann ein signifikanter Zusammenhang zwischen High-Beta und Flow aufgezeigt werden, sowohl beim Vergleich der Aktivität über eine halbe Sekunde ( $p = 0.043$ ) wie auch bei der Analyse über drei Sekunden ( $p = 0.0265$ ). Der Verlauf der Wellen unterliegt einer Entwicklung. Die Wellen in der Anfangsphase unterscheiden sich signifikant von der mittleren Phase ( $p = 0.0185$ ). Die Wellen verändern sich also in kurzen Zeitabständen und ergeben keinen kontinuierlichen Verlauf über die Messdauer von acht Minuten.

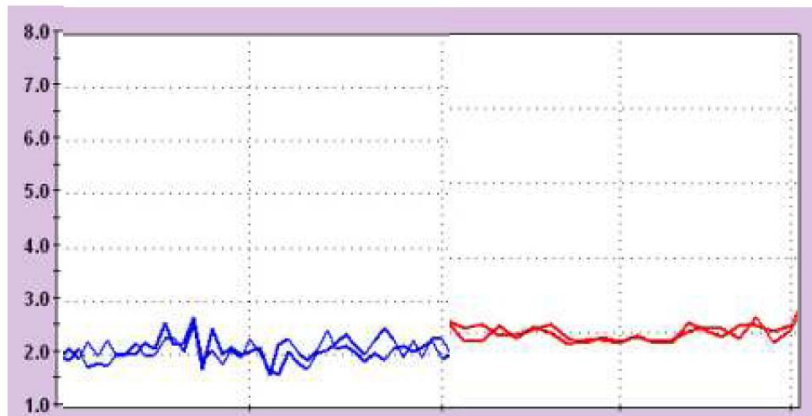


Abbildung 83: High-Beta-Wellenanteile (Koch 2007, S. 108)

#### 5.3.4.7 THETA-WELLEN > ALPHA-WELLEN

Wie bereits in der Einführung zu diesem Kapitel erwähnt, wurde zusätzlich überprüft, ob im Flow-Zustand die Theta-Wellen über den Alpha-Wellen zu liegen kamen. Dies wurde überprüft, da diese Muster bereits in der Messphase I gemessen werden konnten.

Der Zusammenhang zwischen Flow und Alpha > Theta Aktivität des Hirns konnte nicht bestätigt werden. Mit einem  $p$  von 0.14 beim Vergleich der Aktivität über eine halbe Sekunde und einem  $p$  von 0.2845 bei der Drei-Sekunden-Methode waren keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Als Grund für die Differenz zur Messphase I nennt Bettina Koch die unterschiedliche Elektrodenplatzierung (Koch 2007, S. 109).

#### 5.3.4.8 ANALYSE DER MESSMETHODEN

Der Auftrag für diesen Teil der Arbeit umfasste nicht nur die Messung, sondern auch eine Analyse der möglichen Messmethoden für das Messen von Körpersignalen.

Bettina Koch untersuchte die folgenden Messmethoden:

**Tabelle 13: Analyisierte Messmethoden (Koch 2007, S. 8)**

<b>Messmethode</b>	<b>Herkunft und Entstehung</b>
Flow-Kurzfragebogen	Erfassung von Flow anhand eines Fragebogens, F. Rheinberg
Elektroencephalogramm (EEG)	Messung von spontanen Spannungs - änderungen an der Kopfoberfläche, Anwendung in der medizinischen Diagnostik
Hemoencephalographie	Messung des Sauerstoffgehalts im vorderen Gehirnbereich und Veränderungen der Durchblutung, Anwendung in der medizinischen Diagnostik, Dr. Hershel Toomin
Pupillenmessung	Pupillometrisches Verfahren zum Ermitteln des physiologischen Aktivierungspotenzials, Dr. F. Kerkau
Mimikerkennung	Erfassung des mimischen Ausdrucks durch das Facial Action Coding System (FACS), P. Ekman/W. Friesen
Hautwiderstand	Hautleitwert als emotionales Protokoll, objektivieren von psychophysischen Zusammenhängen, Medizinischer Bereich
Muskelspannung	Erfassung von psychophysischer Aktiviertheit, Anwendung in der medizinischen Diagnostik
Herzrate	Sensibler Indikator für psychophysio - logische Vorgänge, Anwendung in der medizinischen Diagnostik

Grundsätzlich stellte sie fest, dass alle geprüften Methoden generell zur Messung von Körpersignalen beigezogen werden könnten (Koch 2007, S. 60). Zum EEG hob sie eine relativ einfache Handhabung des Zweikanal-Geräts, eine kontrollierbare Störanfälligkeit sowie die lange Erprobtheit und starke Verbreitung des Systems hervor. Als Nachteil nannte sie die relativ aufwändige Montage der

Elektroden (Koch 2007, S. 57), welche wiederum stark reduziert werden kann durch Anwendung eines Zweikanal-Geräts.

Sie empfahl, das im Einsatz stehende Gerät, das bis dahin exklusiv für das Aufzeichnen von EEG-Daten genutzt wurde, durch den Einsatz von anderen Sensoren, wie zum Beispiel Hautwiderstand, Temperatur, oder Hemoencephalographie (HEG), zu ergänzen.

### 5.3.5 ZUSAMMENFASSUNG ALGO-PLUS

In dieser Messphase ist es gelungen, mit Hilfe der Messumgebung aus der Messphase I weitere Testpersonen in den Flow zu versetzen. In diesem Zustand angekommen, nahmen die Testpersonen die Anforderungen des Spiels geringer und die eigenen Fähigkeiten als höher wahr.

Die Erhebung der Hirnwellen ergaben aus dem Vergleich zwischen Flow- und Non-Flow-Zustand folgende Resultate:

- Die Theta-Aktivität ist im Flow höher als ohne Flow.
- Für die Low-Beta-Aktivität ist kein Unterschied zwischen den beiden Situationen festzustellen.
- Die Midrange-Beta-Aktivität im Flow ist grösser als ohne Flow.
- Die High-Beta-Aktivität im Flow ist grösser als ohne Flow.
- Die Untersuchung über das Verhältnis zwischen Theta-Wellen und Alpha-Wellen, das in der Messphase I festgestellt wurde, zeigte bei dieser Messreihe keine Bestätigung. Bettina Koch begründete die Unterschiede mit der veränderten Elektrodenplatzierung.
- Die erneute Analyse der Messmethoden zeigte, dass mit der Messung von Hirnsignalen mittels Elektroenzephalogramm weitergefahren werden konnte. Koch empfahl jedoch ein zusätzliches Messverfahren, wie Hautwiderstand-/Temperaturmessung oder Hemoencephalographie (HEG), einzusetzen.

## 5.4 SPIEL "E-T"

Vier Monate nachdem Bettina Koch mit Messphase Algo-Plus ihre Untersuchungen begonnen hatte, startete Marius Flückiger mit seinem Teilprojekt (Flückiger 2008), der Entwicklung eines neuen Lernspiels. E-T steht für Engel & Teufel

### 5.4.1 AUFGABE/ZIELE

Unter dem Titel: "Entwicklung eines Lernspiels zur Messung von Lernerfolg und Flow" hatte er den Auftrag, ein neues Lernspiel für die von Dany Benz programmierte Spielumgebung (Kapitel 5.2.2, S. 102) zu entwickeln. Mit Hilfe des neuen Lernspiels sollten die Benutzer wiederum in den Flow gebracht werden. Da das Spiel von Dany Benz grafisch wie auch inhaltlich vollkommen auf ein einziges Thema ausgerichtet war, konnten auch nur spezifische Testpersonen ausgewählt werden. Konkret handelte es sich ja um das Thema „Sortieralgorithmen“, und damit war das Zielpublikum bei den Informatikern, respektive Informatikstudenten zu finden.

Mit dem neuen Spiel sollte der Benutzerkreis durch ein neutraleres Thema weiter geöffnet werden. Um die Testpersonensuche auf die gesamte wirtschaftswissenschaftliche Fakultät auszudehnen, sollten eher generische Themen gewählt werden. Zur Diskussion standen Themen wie Mathematik oder fachspezifische Disziplinen aus der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät.

Zusätzlich sollte das Spiel so programmiert werden, dass es später möglich wäre, weitere Themen zu implementieren. Der zu lernende Inhalt sollte also getrennt vom Spiel aufgebaut werden.

Schliesslich bestand eine Aufgabe der Versuchsreihe darin, Auskunft über den erzielten Flow-Zustand, wie auch den Zusammenhang zwischen Flow und Lernfortschritt, zu geben. Wie im Kapitel 3.2.7 auf der Seite 52 erklärt, entschied sich Marius Flückiger für ein Action- oder Geschicklichkeitsspiel, um den Versuch mit möglichst vielen Testpersonen durchführen zu können.

### 5.4.2 SPIELUMGEBUNG

Marius Flückiger entschied sich, in seinem Spiel Fragen zum Thema Marketing umzusetzen. Mit Marketing hat er sich ein Stoffgebiet ausgesucht, das sich an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät grossem Zulauf erfreut. Hunderte von Studierenden besuchen alle Jahre die Vorlesungen und sind dadurch früher oder später in der Situation, dass sie den Stoff lernen müssen.

Die Spielumgebung umfasste folgende Teile:

- Lernplattform
- Flow-Version des Spiels
- Non-Flow-Version des Spiels
- Statistische Auswertung

Flückiger setzte sich erneut mit verschiedenen Aspekten auseinander, die es ihm ermöglichen sollten, das Spiel so zu konzipieren, dass es den Spielenden sehr effektiv in den Flow zu versetzen vermochte. Dazu wandte er die in der Theorie beschriebenen Prinzipien und Flow begünstigenden Theorien an in Form von:

- Immersion durch den Einsatz optischer und akustischer Stimuli gemäss Garis, Ahlers und Driskell (Garris et al. 2002)
- einem verwandelbaren Spielcharakter gemäss Gee (Gee 2003) oder
- oder der Wichtigkeit von Feedback, gemäss Sweetser und Wyeth (Sweetser und Wyeth 2005).

Diese Theorien wurden in der Flow-Version des Spiels gezielt angewendet, jedoch in der Non-Flow-Version des Spiels absichtlich unterlassen.

#### 5.4.2.1 AUFBAU DER LERNPLATTFORM

Die Lernplattform sollte die Möglichkeit bieten, Daten systematisch aufzuzeichnen und anschliessend auszuwerten. Sie sollte in der Lage sein, eine grössere Anzahl von Testpersonen zu erfassen und zu verwalten. Da die Lernplattform von Dany Benz, die schon in der ersten Messphase zum Einsatz kam, all diese Anforderungen erfüllte, konnte diese wiederverwendet werden.

Es mussten lediglich die Steuerelemente in die Benutzeroberfläche des neuen Spiels integriert werden.

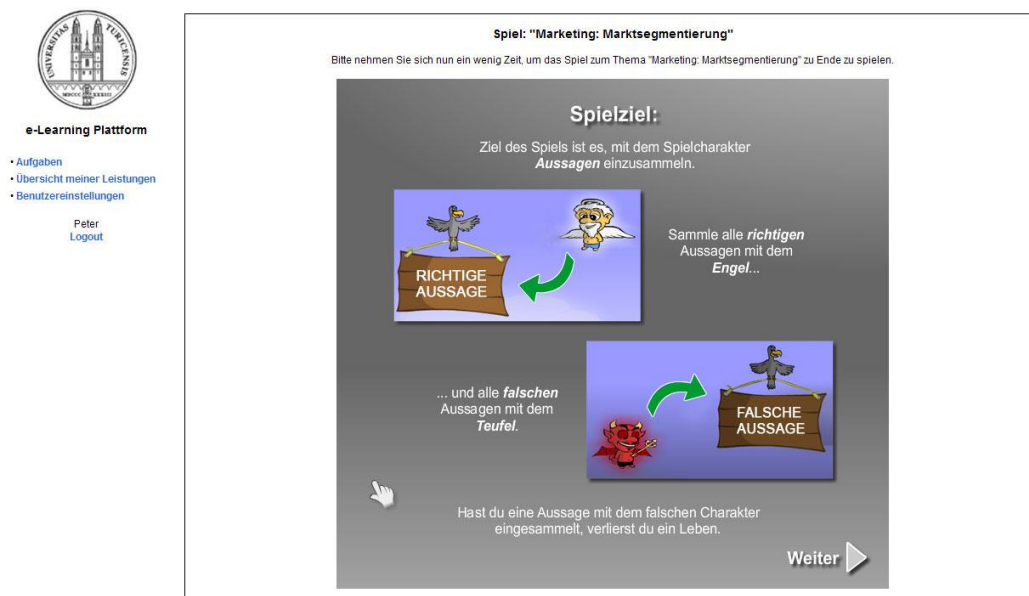


Abbildung 84: Webplattform mit integriertem Lernspiel (Flückiger 2008, S. 70)

Die Details der Plattform sind unter 5.2.2.1 beschrieben. Sie enthält zusammengefasst folgende Funktionen:

- Benutzerverwaltung
- Administration und Planung der Untersuchungen
- Statistische Auswertung der Daten

#### 5.4.2.2 FLOW-VERSION DES SPIELS

Die Flow-Version des Spiels sollte, ähnlich wie beim Spiel von Chen (Chen 2006), ein Gefühl von Freiheit und Schwerelosigkeit vermitteln. Also entschied sich Flückiger, die Spielumgebung mit Luft in Verbindung zu bringen. Es hat einzig Wolken und Vögel in dieser Spielwelt. Wie eingangs erwähnt, wollte Flückiger damit die Immersion fördern, um damit das Flow-Erlebnis zu fördern.



Abbildung 85: Spielfeld (Flückiger 2008)

Bevor das Spiel begann, wurde eine Anleitung eingeblendet, die das Ziel des Spiels, die Steuerung, sowie die richtige Bedienung des Spiels erklärte.

Als Spielcharakter kreierte er einen Engel und einen Teufel. Um die Spielfigur zu wechseln, musste die rechte Maustaste gedrückt werden. Der Engel war für die richtigen Aussagen gedacht, der Teufel für die falschen.

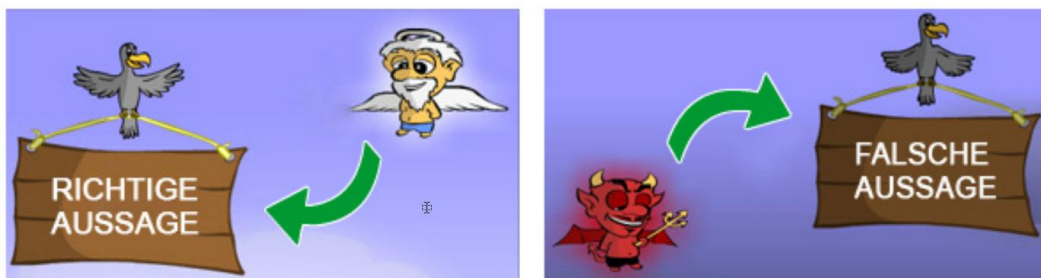


Abbildung 86: Beantworten von Fragen (Flückiger 2008, S. 54)

Mit der Maus konnte die Spielfigur in eine bestimmte Richtung bewegt werden. Die Richtung wurde dabei angezeigt durch eine Hand.

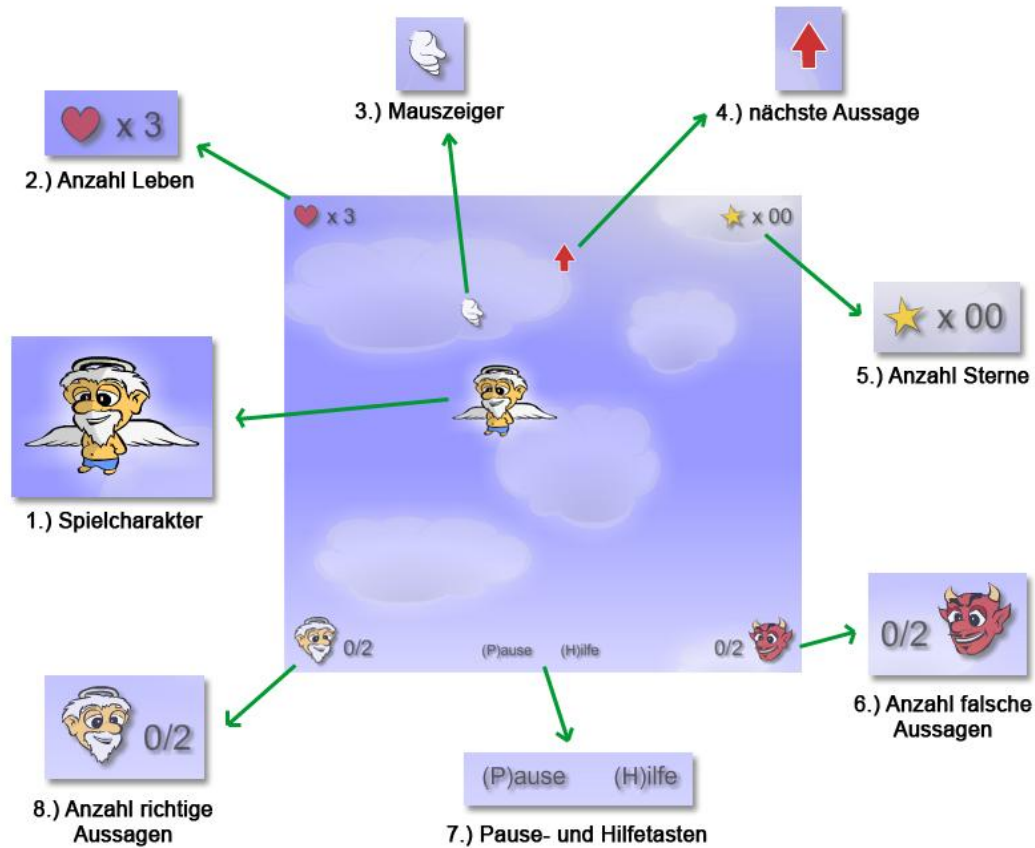


Abbildung 87: Steuerung der Spielfigur (Flückiger 2008, S. 58)

Am Ende jeder beantworteten Frage wird die richtige Antwort eingeblendet.



Abbildung 88: Feedbackanzeige (Flückiger 2008, S. 59)



#### 5.4.2.3 NON-FLOW-VERSION DES SPIELS

Die Non-Flow-Version hatte keine spielerischen Elemente. Die Frage wurde zwar auf eine grafische Art dargestellt, enthielt aber keine Flow unterstützenden Elemente.

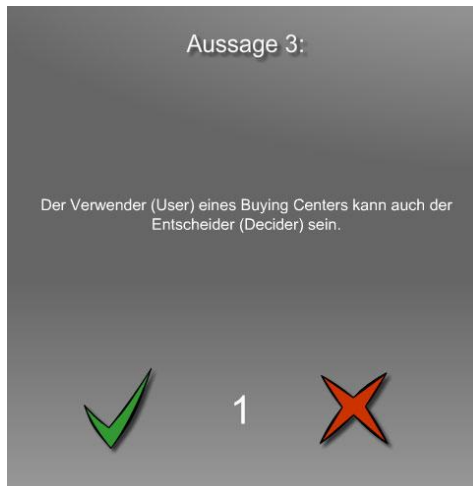


Abbildung 89: Spielausschnitt der Non-Flow-Version (Flückiger 2008, S. 73)

Bei dieser Version des Spiels wurde lediglich angezeigt, ob die Frage richtig beantwortet wurde oder nicht. Sonst bekam der Spielende keinerlei Feedback.

#### 5.4.2.4 LERNKONTROLLE

Am Ende des Spiels folgte eine Lernkontrolle, die feststellte, wie gross der Wissensstand des Lernenden nach Bearbeitung der Fragen war.



Abbildung 90: Wissenstest (Flückiger 2008, S. 75)

### 5.4.3 UNTERSUCHUNGSABLAUF

Die Untersuchung wurde in eine Vorstudie und eine Hauptstudie unterteilt. In der Vorstudie sollte das Spiel zuerst mit wenigen Testpersonen getestet werden, um allfällige Korrekturen vornehmen zu können, bevor die Datenerhebung stattfinden sollte.

#### 5.4.3.1 VORSTUDIE

Für die Vorstudie wurden sechs Personen eingeladen, um die Untersuchung zu absolvieren. Dabei konnte bereits ein klarer Trend im Unterschied zwischen dem Flow- und dem Non-Flow-Spiel erkannt werden.

Aus den Rückmeldungen der Testpersonen aus der Vorstudie wurde das Spiel etwas gekürzt, da das Experiment als Ganzes als zu lange empfunden wurde. Ansonsten wurde die Testumgebung unverändert in die Hauptstudie übernommen.

#### 5.4.3.2 HAUPTSTUDIE

An der Untersuchung nahmen 30 Personen teil, die Hälfte davon übers Internet. Jede Testperson hatte zwei Spielteile zu absolvieren. Nach dem Spiel gab es einen Flow-Fragebogen auszufüllen und dann einen Test über den Wissensstand. Die beiden Phasen unterschieden sich darin, dass bei der einen Hälfte die Flow-Version am Anfang stand (Ablauf A), bei der anderen die Non-Flow-Version (Ablauf B).

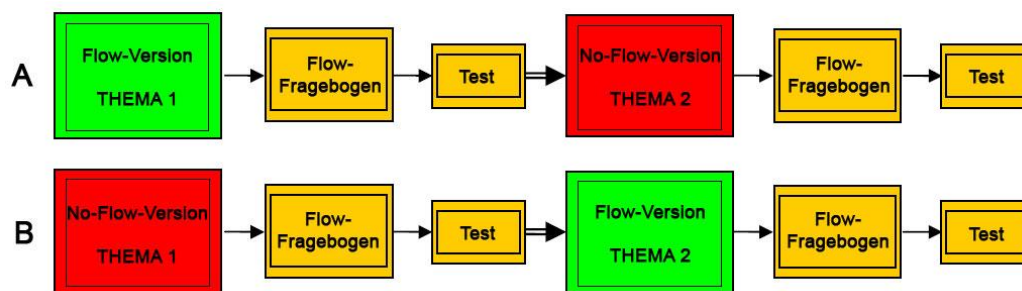


Abbildung 91: Ablauf des Experiments (Flückiger 2008, S. 72)

Durch das Vertauschen der Anordnung des Ablaufs wurden Verfälschungen der Resultate, die durch die Reihenfolge des Spiels entstehen könnten, vermieden.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der Software PPS. Die Auswertung der EEG-Daten mittels Bio-Explorer (siehe Kapitel 4.3.7.3, Seite 89).

#### 5.4.4 RESULTATE

Es gelang Marius Flückiger ein neues, ansprechendes Spiel zu entwickeln, das mit der Umsetzung des Themas Marketing eine Öffnung in der Suche nach Testpersonen in der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät ermöglichte.

Das Spiel liess zu einem späteren Zeitpunkt neue Lernthemen zu, da die Fragen und Antworten nicht direkt mit dem Spiel verbunden sind.

Die Auswertung der Messwerte zeigte folgendes Ergebnis:

Alle Testpersonen hatten in der Flow-Version höhere Flow-Werte als in der Non-Flow-Version des Spiels. Auf der nachfolgenden Tabelle zeigt sich, dass auch die Durchschnittswerte aus dem FKS-Fragebogen bei der Flow-Version um 24.95 Prozent höher sind als diejenigen der Non-Flow-Version.

**Tabelle 14: Durchschnittswerte der Flow- und Non-Flow-Version (Flückiger 2008, S. 78)**

<b>No-Flow Version</b>		<b>Flow-Version</b>	
<i>Flow-Wert (%)</i>	<i>Lernerfolg (%)</i>	<i>Flow-Wert (%)</i>	<i>Lernerfolg (%)</i>
44.95	56.43	69.90	87.14

Auch der Lernerfolg zeigte einen Durchschnittswert, der bei der Flow-Version um 30.71 % höher war als in der Non-Flow-Version.

Die unterstehende Grafik zeigt jedoch, dass sich der Lernerfolg bei zwei Testpersonen umgekehrt verhielt, indem er in der Flow-Version des Spiels tiefer war als in der Non-Flow-Version. Die detaillierten Zahlen sind im Anhang unter 10.3.3.2 zu finden.

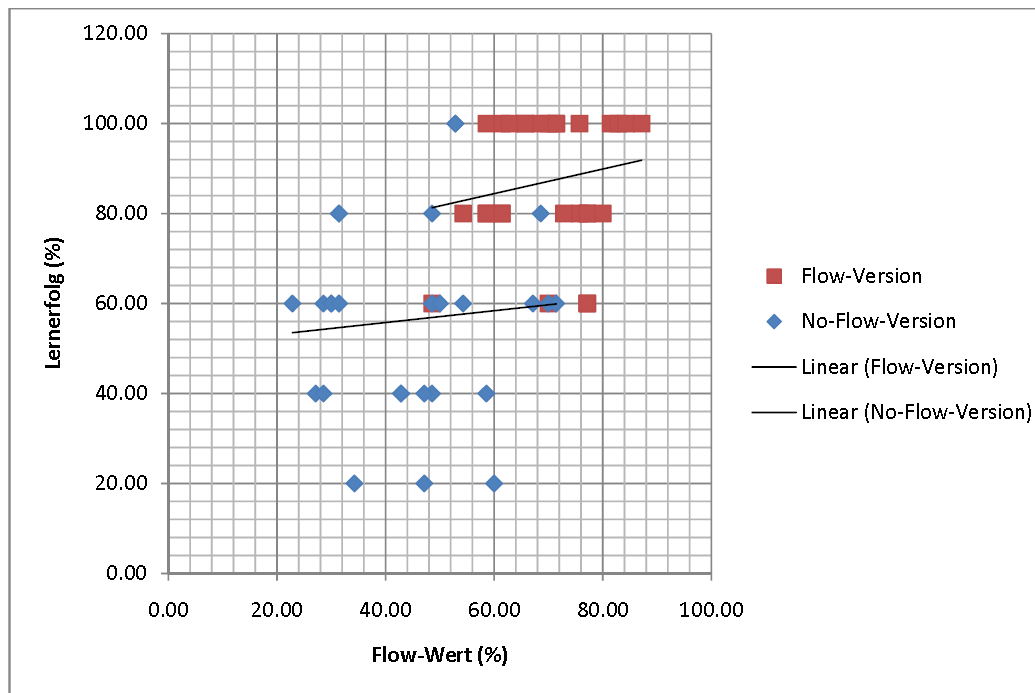


Abbildung 92: Messergebnisse für Flow und Lernerfolg (Flückiger 2008, S. 79)

Weitere Messungen und deren statistische Auswertungen werden sicherlich die Aussage von Marius Flückiger zu bestätigen vermögen, dass mit einer 78-prozentigen Erfolgsquote der Übereinstimmung von höherem Flow mit höherem Lernerfolg die Funktion des Spiels nachgewiesen werden konnte.

Er wirft die Frage auf, ob die Resultate gleich herausgekommen wären, wenn unter den Testpersonen auch nicht-computeraffine Personen, respektive "Digital Immigrants" gewesen wären (siehe auch Kapitel 2.4.1.3).

#### 5.4.5 ZUSAMMENFASSUNG E-T

Es gelang Marius Flückiger ein neues, ansprechendes Spiel zu entwickeln, das mit der Umsetzung des Themas Marketing eine Öffnung in der Suche nach Testpersonen in der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät ermöglichte.

Alle Testpersonen hatten in der Flow-Version höhere Flow-Werte als in der Non-Flow-Version des Spiels. Zusätzlich zeigte auch der Lernerfolg im Flow einen höheren Durchschnittswert als ohne Flow.

Auch der Lernerfolg zeigte einen Durchschnittswert, der bei der Flow-Version um 30.71 % höher war als in der Non-Flow-Version.

Flückiger regt an, bei zukünftigen Messungen altersmässig besser zu durchmischen, indem auch ältere Personen miteinbezogen würden.

#### 5.4.6 *FAZIT ALGO-PLUS UND E-T*

Die Messphase E&T hat verschiedene Ergebnisse geliefert, auf denen zukünftige Erhebungen aufbauen können.

Es ist gelungen, ein neues, Flow produzierendes Lernspiel zu entwickeln, das seine Wirkung auf Flow im Fachgebiet Marketing beweisen konnte und für weitere Themen ausgebaut werden kann.

Wird das unterschiedliche Verhalten von Hirnwellen mit oder ohne Flow analysiert, lässt sich sagen, dass sich Theta-, Midrange-Beta- und High-Beta-Wellen im Flow-Zustand erhöhen. Ergänzt man die Zustände, die durch diese Wellen beeinflusst werden, könnte die Aussage gemacht werden, dass sich die Testpersonen im Flow entspannter fühlen (Theta), konzentriert und fokussiert auf die Aufgabe (Midrange-Beta) und angespannt sind (High-Beta).

Zu diesem Zeitpunkt sollen diese Aussagen noch nicht weiter ausgeführt werden, denn zuvor sollten mit Hilfe der entwickelten Lernspiele weitere Daten erhoben werden.

Dazu soll weiterhin mit dem Elektroenzephalogramm (EEG) gearbeitet werden – allenfalls in Kombination mit anderen Messverfahren wie Hautwiderstand-/Temperaturmessung, oder Hemoencephalographie (HEG).

## 5.5 SPIEL "E-T-PLUS"

In dieser Messphase sollten weitere EEG-Daten mit Hilfe von Flow erzeugenden Lernspielen erhoben und ausgewertet werden – einerseits mit einer Weiterentwicklung des Spiels „E-T“, aus der Phase II, andererseits mit einem neuen Lernspiel, das auch ein eigenes Thema vermitteln sollte.

Zu diesem Zweck wurden zwei Arbeiten in Auftrag gegeben. Die beiden Arbeiten liefen sozusagen zeitgleich und ermöglichten deshalb die gemeinsame Nutzung von Ressourcen. Zur Unterstützung der Messungen konnte Dr. Hans Menning von der Forschungsgruppe Psychopathologie und Klinische Intervention des Psychologischen Instituts der Universität Zürich gewonnen werden. Dr. Menning war bereit, uns mit den Ressourcen des psychologischen Instituts zu unterstützen. Dies heisst, dass er uns Zugang zu den neu erstellten EEG-Laboren an der Binzmühlestrasse ermöglichte und mit Rat und Tat zu Seite stand. Zusätzlich vermittelte er uns Frau Nadja Schweikert, eine Psychologie-Studentin, die bestens Bescheid wusste im Umgang mit den neuen Laboren. Frau Schweikert begleitete die Messungen.

### 5.5.1 AUFGABE/ZIELE

Philipp Toggweiler, der die Messphase E-T-Plus bestritt, hatte den Auftrag, das bestehende Lernprogramm von Marius Flückiger mit neuen Fragen zu bestücken. Zum bestehenden Programm ergänzte er eine "Dual-Task", die zum Ziel hatte, den Flow absichtlich zu stören. Die Auswirkungen sollte er aber nicht nur mit dem EEG aufzeichnen. Zusätzlich zu den Hirnwellen zeichnete er die Veränderung des Verhaltens des Benutzers via Maus und Tastaturinteraktion auf. Dies, um zusätzliche Anhaltspunkte zu bekommen zur momentanen Verfassung der Testperson. Darüber, ob sich eine Testperson im Flow befinden würde, sollte wiederum der FKS-Fragebogen von Professor Rheinberg Aufschluss geben.

Philipp Toggweiler wollte durch ein geeignetes Szenario folgende Fragen klären:

- Wirkt sich eine Sekundäraufgabe (Dual-Task) hemmend auf den Flow aus? Um dies herauszufinden wurde der Flow-Wert mit und ohne Dual-Task ermittelt.
- Beeinflusst Flow die Stimmung der Testperson?  
In dieser Untersuchung wurde erforscht, ob einerseits positive Aspekte (PA) im Flow höher waren als ohne Flow, und andererseits, ob negative Aspekte (NA) im Flow tiefer seien als ohne Flow.
- Sind mit Hilfe der EEG-Messung Unterschiede bezüglich Alpha- und Beta-Wellen feststellbar im Unterschied von Flow zu Non-Flow?  
Anhand der Alpha-Wellenmessung sollte herausgefunden werden, ob die

Testperson entspannt sei. Die Beta-Messung sollte Aufschluss geben über die Konzentration auf eine Aufgabe, sowohl im Unterschied zwischen Flow und Non-Flow, als auch zwischen Flow und Dual-Task.

- Gibt es Unterschiede bezüglich Interaktion der Benutzer mit dem Computer im Vergleich zwischen Flow und Non-Flow?

Gemäss Brünken et al. (Brünken et al. 2002) basiert die Dual-Task-Methodik auf der Annahme, dass die Verarbeitungskapazität des Arbeitsgedächtnisses zwar begrenzt ist, aber flexibel zugeordnet werden kann. Werden zwei Aufgaben gleichzeitig verarbeitet und die gleichen Ressourcen benutzt, müssen diese zwischen den beiden Aufgaben aufgeteilt werden. Somit sind weniger Ressourcen für die Verarbeitung jeder einzelnen Aufgabe verfügbar als bei der Verarbeitung einer einzigen Aufgabe. Braucht die primäre Aufgabe mehr Ressourcen, wird die Leistung der sekundären Aufgabe dementsprechend reduziert.

Toggweiler hat mit dem Einsatz der zweiten Task absichtlich das Kurzzeitgedächtnis mit einer zusätzlichen Aufgabe beschäftigt, um die Testperson mit der zusätzlichen Aufgabe zu überfordern.

### 5.5.2 SPIELUMGEBUNG

Toggweiler entwickelte auf Basis des Spiels von Flückiger drei neue Spielvarianten. Eine Flow-Variante, eine Dual-Task-Variante und eine Non-Flow-Variante.

### 5.5.2.1 FLOW VARIANTE

Die Flow Variante wurde aus der Messphase E-T-Plus übernommen und an die Erkenntnisse der Vorstudie angepasst. Unter anderen wurden folgende Anpassungen gemacht:

- Höhere Reaktionsgeschwindigkeit der Spielfigur zur Erhöhung der Kontrolle über das Geschehen.
- Schaffen der Möglichkeit, nicht benötigte Lösungen auszublenden, wodurch schnelle Spieler nicht warten müssen.
- Verbesserung der Randomisierung der Fragenanzeige zur besseren Durchmischung der Fragen.
- Erweiterung der Maussteuerung im Spiel.

Die Unterschiede zum ursprünglichen Screen von Flückiger (Kapitel 5.4.2.2, Seite 127) sind auch optisch anhand der horizontalen und vertikalen Wolken sowie der zusätzlichen Sterne und den textlichen Zusatzinformationen auf dem Bildschirm erkennbar.



Abbildung 93: Flow-Version Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 26)



### 5.5.2.2 DUAL-TASK-VARIANTE

Die Dual-Task-Variante basiert ebenfalls auf der Flow-Variante von Flückiger. Als zweite Aufgabe wurde ein Buchstabe eingeblendet, der auf der Tastatur gedrückt werden musste, wenn er erschien. Alternativ konnte auch die Leertaste gedrückt werden. Wurde die entsprechende Taste nicht schnell genug gedrückt, hatte dies zwei negative Folgen für den Spielenden:

- Die Spielgeschwindigkeit der Spielfigur wurde immer langsamer.
- Die Fluggeschwindigkeit der Vögel, denen ausgewichen werden musste, wurde immer schneller.



Abbildung 94: Spielausschnitt mit Dual-Task, (Toggweiler 2009, S. 30)

Zusätzlich wurden verschiedene Flow fördernde Faktoren wieder entfernt, die zuvor extra hinzugefügt worden waren, um die Schwierigkeit des Spiels zusätzlich zu erhöhen.

### 5.5.2.3 *NON-FLOW-VARIANTE*

Toggweilers Non-Flow-Variante des Spiels war unterschiedlich zu der von Flüchtkiger. Diese Version basierte auf der gleichen Spielumgebung wie die Flow-Variante, allerdings liess er alle Elemente, die in irgendeiner Form Freude bereiten würden, weg.

Der Spieler wusste nicht, in welcher Richtung die Aussagen zu finden waren und musste so lange Zeit herumfahren, ohne dass etwas geschah. Er traf auch fast gar nie einen feindlichen Vogel an. Auch die Hindernisse waren weg. Sterne und Herzen, die es vorher zu suchen galt, waren auch fast nicht mehr zu finden. Die Langeweile war in diesem Spiel Programm!

In Abbildung 95 ist schön zu sehen, dass ausser der Spielfigur und der richtungsweisenden Hand keine weiteren Elemente sichtbar sind.



Abbildung 95: Non-Flow-Version (Toggweiler 2009, S. 32)

### 5.5.3 UNTERSUCHUNGSABLAUF

Unter den Testpersonen befanden sich Juristen, Ökonomen und Informatiker.

Die Untersuchung wurde in zwei Teile unterteilt: Eine Vorstudie, die zum Zweck hatte die Spielumgebung zu optimieren und erste Messwerte auswerten zu können und eine Hauptstudie, in der die Daten gemessen wurden.

Zur Aufzeichnung der Benutzerinteraktion wurde das Programm Morae verwendet. Ein Usability-Programm, das bereits in der Messphase I verwendet wurde, um die gewonnenen Informationen im Nachhinein überprüfen zu können. So war es möglich, die Auswertungen der Dual-Task-Aufgaben sehr genau vorzunehmen.

Die EEG-Signale wurden mit der Infrastruktur des Psychologischen Instituts mittels 32-Kanal-Gerät aufgezeichnet.

#### 5.5.3.1 VORSTUDIE

In der Vorstudie wurde das Lernspiel mit Hilfe von vier Testpersonen untersucht. Auch der Entscheid über den Einsatz einer akustischen Dual-Task-Version konnte in dieser Phase getroffen werden, indem die Testpersonen diese ausprobieren durften und anschliessend dazu befragt wurden.

Danach wurde der Versuchsaufbau der Hauptstudie noch mit einer Testperson durchgespielt, um einerseits den Ablauf zu optimieren und andererseits die Datenerfassung auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen.

#### 5.5.3.2 HAUPTSTUDIE

An der Hauptuntersuchung nahmen 15 Personen im Alter von 23 bis 35 Jahren teil. Alle Teilnehmenden waren männlich. Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden betrug 27.8 Jahre.

Die Untersuchungen fanden, wie bereits erwähnt, in den Labors der Forschungsgruppe Psychopathologie und Klinische Intervention des psychologischen Instituts statt (siehe Abbildung 52 und Abbildung 53 auf der Seite 93). Die Messungen dauerten pro Kandidat zwei Stunden, wodurch sich die gemeinsame Nutzung von Toggweiler und Krautli bezahlt machte. Ohne diese Synergieeffekte hätten nicht so viele Personen untersucht werden können.

Vor der Untersuchung mussten die Testpersonen einen Fragebogen ausfüllen. Mit dem Fragebogen wurde sichergestellt, dass die Testpersonen die letzten drei Stunden weder Kaffee, noch Alkohol, noch Medikamente zu sich genommen hatten. Nachdem ein Fragebogen Aufschluss über die Einhaltung der Vorbedingungen gegeben hatte, konnte die Messung in Angriff genommen werden.

Der Ablauf der Untersuchung lief folgendermassen ab:

Am Anfang kam eine Baseline-Messung, bestehend aus den Sequenzen „Augen auf“ und „Augen zu“. Danach folgten die Messungen gemäss Buchstabe A bis H gemäss Grafik. Der Durchlauf der verschiedenen Szenarien wurde sequentiell durchlaufen. Je nachdem, welche Kennung eine Testperson bekam, beinhalteten die einzelnen Szenarien andere Testteile. Abbildung 96 zeigt die Zusammenstellung der einzelnen Sequenzen.



**Abbildung 96: Untersuchungsablauf in Anlehnung an Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 46)**

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit der Software PPS. Die Auswertung der EEG-Daten mittels sLORETA (siehe Kapitel 4.3.7.3, Seite 89). Die Benutzerinteraktion sowie die Aufzeichnung der Experimente erfolgten, wie bereits erwähnt, via Morae-Software.

#### 5.5.4 RESULTATE

Nachfolgend werden die Ergebnisse dieser Messphase erläutert. Die Zahlen dazu sind im Anhang unter Kapitel 10.3.4.1, auf der Seite 183 zu finden.

In dieser Messphase wurden folgende Fragen geklärt:

- Wirkt sich eine Sekundäraufgabe (Dual-Task) hemmend auf den Flow aus?
- Ja. Obwohl der Unterschied des gesamten Flow-Werts von 0.746 Punkten sehr gering ist, kann die Frage positiv beantwortet werden ( $p = 0.039$ ). Die geringe

Differenz führte Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 64) darauf zurück, dass die Dual-Task die Konzentration erhöht.

- Ist der positive Affekt (PA) im Flow grösser als im Non-Flow, und ist der negative Affekt (NA) im Flow kleiner als im Non-Flow?

Der Mittelwert für den PA ist für Flow durchschnittlich um 1.611 höher als für Non-Flow mit einer Standardabweichung von 0.488 und bestätigt die Annahme signifikant ( $p = 0.01$ ). Auch der Mittelwert für den (NA) ist im Flow um 0.638 Punkte tiefer als beim Non-Flow mit einer deutlichen Standardabweichung von 0.766, allerdings nicht signifikant ( $p = 0.11$ ).

Ein hoher PA steht für hohe Aktivität, freudige Erregung und Begeisterung, wogegen ein tiefer NA für eine ängstliche Stimmung, Gereiztheit und Verärgerung spricht. Deutliche Anzeichen, die mit dem Flow-Kanal (Kapitel 2.2.1, Seite 22) übereinstimmen.

- Sind mit Hilfe der EEG-Messung Unterschiede bezüglich Alpha-Wellen feststellbar im Unterschied von Flow zu Non-Flow?

Alpha-Wellen sind im Flow tiefer als ohne Flow. Beim Vergleich Flow – Ruhe-EEG, Dual-Task – Ruhe-EEG sowie Non-Flow – Ruhe-EEG ist der Unterschied höchst signifikant ( $p = 0.01$ ). Beim Vergleich zwischen Flow und Dual-Task ist lediglich ein Trend erkennbar ( $p = 0.09$ ).

- Sind mit Hilfe der EEG-Messung Unterschiede bezüglich Beta-Wellen feststellbar im Unterschied von Flow zu Non-Flow?

Im Unterschied zwischen Flow und Ruhe-EEG zeigt sich, dass im Flow mit ( $p = 0.003$ ) hoch signifikant weniger Beta-Aktivität vorhanden ist. Dasselbe ist festzustellen im Vergleich zwischen Dual-Task und Ruhe-EEG mit ( $p = 0.002$ ), also signifikant weniger Beta-Aktivität.

Beim Vergleich zwischen Flow und Dual-Task zeigt sich eine erhöhte Beta-Aktivität in der Dual-Task-Messung. Allerdings handelt es sich nur um eine Tendenz, nicht signifikant ( $p = 0.25$ ).

All die beschriebenen Veränderungen fanden im Bereich des Corpus Callosum, oder auch "Balken" genannt, statt. Der Balken stellt die Verbindung der beiden Hirnhemisphären dar (Siedentopf 2010). Der Balken scheint inaktiv zu sein. Dies könnte gemäss Toggweiler bedeuten, dass sich die Testpersonen im Flow stark konzentrieren mussten und dadurch die Aktivität im Balken stillgelegt hatten, um in anderen Bereichen des Hirns verstärkte Beta-Aktivität verarbeiten zu können (Toggweiler 2009, S. 66).

Stellvertretend soll nachfolgend die grafische Darstellung der Beta-Aktivität gezeigt werden, die aus dem Programm sLORETA erzeugt wird.

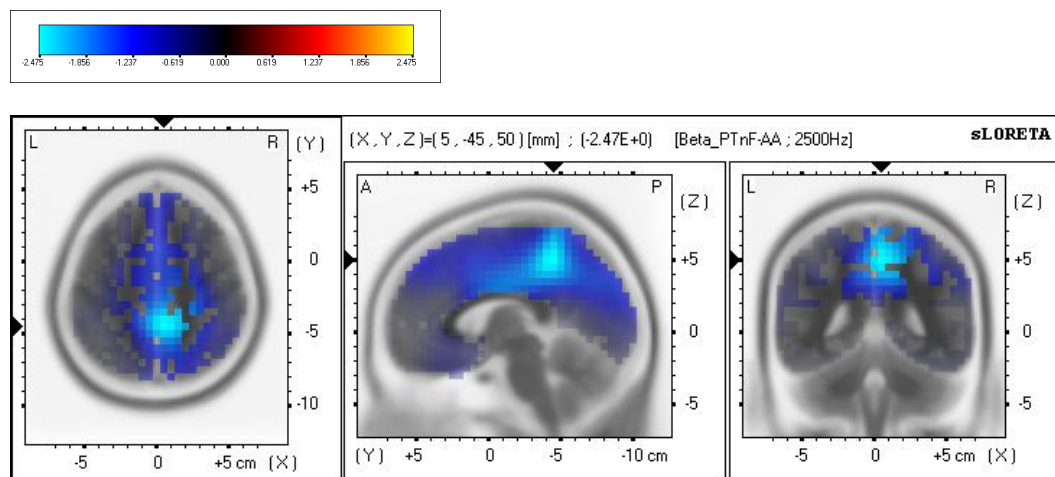


Abbildung 97: Beta-Wellen,  $F(1,14)$  für  $(PTNF > AA) = -2.381$ ,  $p = 0.002$ , BA 5 (Toggweiler 2009, S. 56)

Gibt es Unterschiede bezüglich Interaktion der Benutzer mit dem Computer im Vergleich zwischen Flow und Non-Flow?

Diese Frage konnte positiv beantwortet werden. Zusammenfassend sollen drei Punkte erwähnt werden:

- Da im Flow konzentriert und zielgerichtet vorgegangen wird, ist die Mausinteraktion auf das Notwendigste beschränkt.
- Sind die Testpersonen nicht im Flow, suchen Sie aktiv nach Möglichkeiten, sich zu beschäftigen. Dies zeigt sich in Form von stärkeren Mausbewegungen und unnötigen Mausbewegungen.
- Wird die Spielsituation monoton oder langweilig, suchen die Testpersonen aktiv nach Möglichkeiten, das Spiel wieder zu bereichern, damit es nicht mehr langweilig ist. Sie wechselten die Spielcharakter unnötigerweise und liessen die Spielfigur passend zur Musik hin- und her-tanzen.

Als weitere Erkenntnisse konnten aufgrund des Dual-Task-Spiels verschiedene Strategien der Spielenden unterschieden werden. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die Strategie des Spiels am Anfang festgelegt wird und nur in wenigen, zwingenden Fällen, davon abgewichen wird. Trotzdem haben sich drei verschiedene Gruppen gebildet, die sich in der unterschiedlichen Reaktion auf die Dual-Task-Aufgabe gruppieren. Die Quote gibt dabei Aufschluss über den Erfüllungsgrad der Aufgabe.

#### Gruppe 1 (Quote < 40 %)

In dieser Gruppe befanden sich zwei Testpersonen, die sich dadurch charakterisieren, dass sie Sterne und Herzen im Spiel nur selten gesammelt haben.

#### Gruppe 2 (Quote < 70 %)

In der zweiten Gruppe befanden sich sechs Testpersonen. Drei davon konzentrierten sich zu Beginn des Spiels auf den Dual-Task, indem sie versuchten, den Buchstaben am oberen Bildschirmrand zu erwischen. Da sie an dieser Stelle keine Frage gefunden hatten, begannen sie nach und nach die Frage zu suchen, um nun beide Task zu lösen. Die zweite Hälfte der Gruppe begann von Anfang an, beide Tasks zu lösen. Alle sechs Testpersonen legten keine Priorität auf das Sammeln von Sternen und Herzen.

#### Gruppe 3 (Quote < 80 %)

Die sieben Testpersonen der dritten Gruppe konzentrierten sich von Anfang an auf die Dual-Task. Sie begaben sich an den oberen Rand des Bildschirms, um die Buchstaben auf jeden Fall zu treffen und hielten trotz fehlender Fragen daran fest. Nur einer Testperson wurde es dabei langweilig, und sie begann auch Fragen zu beantworten. Der Fokus lag aber nach wie vor auf der Dual-Task.

#### 5.5.5 ZUSAMMENFASSUNG E-T-PLUS

Diese Messphase hat gezeigt, dass es möglich ist, mittels Dual-Task den Flow-Zustand zu unterbrechen, wobei die Tatsache, dass der Unterschied zwischen Flow und Dual-Task nur tendenziell signifikant war, zeigt, dass es unter Umständen möglich wäre, durch die Anreicherung des Spiels mittels Dual-Task eine Erhöhung der Anforderung zu erzielen, was einem geübten Spieler ermöglichen würde, im Flow-Zustand zu bleiben.

Befindet sich eine Testperson im Flow, fühlt sie sich besser als ohne Flow. Das heisst, dass der positive Affekt grösser und der negative Affekt kleiner ist im als ohne Flow.

Im Flow-Zustand ist der Anteil der Alpha-Wellen, tiefer und auch der Anteil von Beta-Wellen ist geringer als im Ruhe-EEG. Allerdings ist anzumerken, dass der direkte Vergleich zwischen Flow und Non-Flow nicht signifikant war.

Die Benutzerinteraktion verändert sich, wenn eine Testperson in den Flow-Zustand kommt. Dies äussert sich in einem unterschiedlichen Verhalten betreffend Mausinteraktion.

Herauszuheben ist die Lokalisation der Veränderungen von Beta-Wellen im Bereich des Corpus Callosum oder auch "Balken".

## 5.6 SPIEL "REGEX"

Parallel mit Philipp Toggweiler startete Philipp Kräutli seine Experimente. Durch den gleichzeitigen Verlauf ihrer Arbeit konnten sie gemeinsam ihre Messungen durchführen, und so Synergien optimal nutzen.

### 5.6.1 AUFGABE/ZIELE

Die Aufgabe von Philipp Kräutli bestand darin, ein eigenes Lernspiel zu entwickeln, mit dessen Hilfe er seine Messungen durchführen konnte. Er sollte erproben, ob es möglich sei, komplexe Aufgabenstellungen mit verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten auszuarbeiten.

Auch er sollte eine Flow-Version und eine Non-Flow-Version des Spiels entwickeln, die ihm erlauben sollte, bei den Spielenden unterschiedliche Hirnwellen messen zu können.

Kräutli entschied sich dazu, das Thema „Regular Expressions“ umzusetzen. Bei Regular Expressions handelt es sich um eine auf mathematische Theorie der formalen Sprachen basierende Technik zur Beschreibung von Textmustern. Sie wird vorwiegend in der Software-Entwicklung zur Verarbeitung von Textdaten eingesetzt (Kräutli 2009).

Zuerst sollte das neu entwickelte Spiel Flow erzeugen können. Danach sollten folgende Behauptungen anhand seiner Untersuchungen bewiesen oder widerlegt werden:

- Im Flow-Modus ist der Anteil an Alpha-Wellen höher als im Standardmodus.
- Im Flow-Modus ist der Anteil an Beta-Wellen höher als im Standardmodus.
- Die Testpersonen fühlen sich gemäss ihren Fähigkeiten im Flow-Modus besser gefordert als im Standardmodus (entsprechend den Items 14 bis 16 aus der FKS).
- Die Testpersonen fühlen sich nach einer Sitzung im Flow-Modus besser als im Standardmodus, gemessen mit dem PANAS-Fragebogen (siehe Kapitel 4.1.2.1, Seite 67).

### 5.6.2 SPIELUMGEBUNG

Das entwickelte Lernprogramm bekam den Namen "Flower". Es wurde in Java programmiert und konnte via Web bedient werden. Für jede Testperson wurden die absolvierten Lektionen mit dem damit verbundenen Aufwand und dem erzielten Resultat gespeichert. Das Spiel existierte in einer Flow- und in einer Non-Flow-Version. Es war in einzelne Lektionen aufgeteilt, die Aufgaben mit einer oder mehreren Skills enthalten. Die in einer Sequenz absolvierten Lektionen wurden in einer Sitzung zusammengefasst (Session).



Die einzelnen Sessions konnten durch einen Administrator erfasst und bearbeitet werden.

### Klassen

#### Class

Eine sogenannte Klasse, gebildet mit eckigen Klammern [ ], benutzt man um ein Zeichen aus einer Auswahl mehrer Zeichen zu finden. Um zum Beispiel ein **a** oder ein **e** zu finden, benutzt man die Klasse **[ae]**. Man könnte zum Beispiel **gr[ae]y** benutzen, um alle **gray** und **grey** zu finden.

#### Aufgabe

Finde alle **2** und **8**.

#### Text

Sie schlagen einen Zielwert von 80g CO2/Km im Jahr 2020 für Neuwagen vor. Gegenwärtig liegt der CO2-Ausstoss bei 183 g/Km und gehört damit zu den höchsten in Europa.

#### RegEx

**Abschicken**

[Abbrechen](#)

Abbildung 98: Lernaufgabe, (Kräutli 2009, S. 29)

Der Unterschied zwischen der Flow-Version und der Non-Flow-Version bestand darin, dass bei der Flow-Version die im Kapitel 2.1.1 erwähnten Flow-Faktoren im Spiel eingebaut worden sind (Kräutli 2009, S. 31ff.).

- Die Aufgabe muss herausfordernd sein und das Können fordern.  
Dies wurde erreicht, indem die Software so entwickelt wurde, dass sie sich den Kenntnissen des Benutzers anpasste.
- Die Aufgabe muss klare Ziele haben.  
Dem Benutzer der Lernsoftware wurde von Anfang an die Aufgabenstellung aufgezeigt. Zusätzlich bot sich die Möglichkeit, Hilfe anzufordern, falls die Aufgabe nicht verstanden wurde.
- Die Aufgabe muss unmittelbares Feedback bieten.  
Nachfolgend ein konkretes Beispiel für das Feedback bei einer falschen Antwort.

**Leider falsch ...**

Der eingegebene RegEx findet nicht die gewünschten Zeichen.

**Mit dem eingegebenen RegEx gefundene Zeichen**

Aliquam pulvinar, ligula sed interdum sodales, lorem massa temporum enim, sed iaculis mi lorem rhoncus augue.

**Zeichen die gefunden werden sollten**

Aliquam pulvinar, ligula sed interdum sodales, lorem massa tempor enim, sed iaculis mi lorem rhoncus augue.

◀ Nochmal versuchen [Enter]

Abbildung 99: Feedback bei einer falschen Antwort (Kräutli 2009, S. 30)

- Die Aufgabe muss sofort begonnen werden können.  
Die Zielformulierungen am Anfang wurden bewusst kurz gehalten. Die Aufgabe konnte auch angefangen werden, ohne den Text fertig zu lesen.
- Es muss ein Gefühl der Kontrolle bei der zu verrichtenden Tätigkeit vorhanden sein.  
Durch die Möglichkeit, die Aufgabe jederzeit abbrechen zu können und durch "weiter"- und "zurück"-Links wurde dem Benutzer das Gefühl der Kontrolle vermittelt.

### 5.6.3 UNTERSUCHUNGSABLAUF

Der Untersuchungsablauf lief analog zur Messphase des Spiels E-T-Plus, da die Untersuchungen gemeinsam durchgeführt wurden (siehe Kapitel 5.5.3, Seiten 139ff.).



Abbildung 100: Untersuchungsablauf in Anlehnung an Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 46)

Die EEG-Signale wurden in der Infrastruktur des Psychologischen Instituts mittels 32-Kanal-Gerät aufgezeichnet und ausgewertet. Die statistische Auswertung der Daten wurde mit SPSS vollzogen. Die EEG-Signale wurden mittels sLORETA ausgewertet.

#### 5.6.4 *RESULTATE*

Auch mit dem Programm "Flower" gelang es, die Benutzer des Programms in den Flow zu bringen. Der Flow-Wert ist im Flow-Modus hoch signifikant höher ( $p = 0.007$ ) als im Standardmodus.

Im Flow-Modus ist der Anteil an Alpha-Wellen höher als im Standardmodus.

Diese Aussage konnte leider nicht bestätigt werden, da der Anteil Alpha-Wellen im Flow nicht höher, sondern tiefer war als in der Standardsequenz mit einem  $f$ -Wert von  $-1.674$  ( $p = 0.0756$ ), aber dennoch tendenziell signifikant.

Im Flow-Modus ist der Anteil an Beta-Wellen höher als im Standardmodus.

Auch bei dieser Aussage verhielt es sich gleich wie bei den Alpha-Wellen. Die Beta-Wellen waren im Flow sogar geringer als im Standardmodus, womit die Aussage nicht bestätigt werden kann. Der  $f$ -Wert liegt bei  $-3.002$  ( $p = 0.0578$ ), also tendenziell signifikant.

Die Testpersonen fühlen sich gemäss ihren Fähigkeiten im Flow-Modus besser gefordert als im Standardmodus.

Diese Aussage kann leider auch nicht bestätigt werden, da bei einem  $t$  von  $0.359$  ( $p = 0.725$ ) auch keine Signifikanz besteht.

Die Testpersonen fühlen sich nach einer Sitzung im Flow-Modus besser als im Standardmodus.

Die Resultate der Auswertung der PANAS-Werte zeigen hoch unterschiedliche Werte der Standardsequenz von  $3.666$ , respektive  $2.92$  ( $p = 0.003$ , respektive  $p = 0.011$ ), also höchst signifikant, respektive hoch signifikant. Somit kann diese Aussage bestätigt werden. Die detaillierten Ergebnisse sind im Anhang unter 10.3.4.1 zu finden.

### 5.6.5 ZUSAMMENFASSUNG "REGEX"

Mit dem neuen Spiel ist es Philipp Kräutli gelungen den Flow-Zustand aktiv herbeizuführen. Auch ist es ihm gelungen, dass sich Testpersonen im Flow besser fühlen als ohne Flow. Das heisst, dass der positive Affekt grösser und der negative Affekt kleiner ist als ohne Flow.

Die Resultate seiner Alpha- und Beta-Wellen-Messungen bestätigen, was schon in der Phase IIIa gemessen wurde. Dadurch, dass in diesem Experiment die Forschungsfragen anders herum gestellt wurden, stimmen die Ergebnisse überein, obwohl die Fragen abgelehnt werden mussten. Die Zahlen zu den Resultaten befinden sich im Anhang unter Kapitel 10.3.4.2 auf der Seite 186.

### 5.6.6 FAZIT E-T-PLUS UND REGEX

Diese Messphase hat gezeigt, dass es möglich ist, mittels Dual-Task den Flow-Zustand zu unterbrechen.

Mittels PANAS-Untersuchung konnte bestätigt werden, dass sich eine Person im Flow besser fühlt als ohne Flow. Die positiven Aspekte waren höher und die negativen Aspekte geringer.

Im Flow-Zustand waren in dieser Studie sowohl die Alpha- wie auch die Beta-Wellen signifikant geringer als im Ruhe-EEG. Im Vergleich zwischen Flow und Non-Flow ist der Unterschied zwar erheblich (Alpha F: -2.35, Beta F: -2.85), allerdings ist er nicht signifikant (Alpha  $p = 0.38$ , Beta  $p = 0.42$ ).

In dieser Messphase konnte festgestellt werden, dass sich das Benutzerverhalten zwischen Flow und Non-Flow durch eine unterschiedliche Benutzung der Eingabegeräte zeigt. Personen im Flow beschränken die Mausinteraktion auf das Notwendigste, wogegen Personen, die nicht im Flow sind, aktiv nach Möglichkeiten suchen, sich zu beschäftigen, indem sie unnötige Mausbewegungen durchführen.

Im Spiel mit dem Dual-Task zeigte sich, dass die Strategie des Spiels am Anfang festgelegt wurde und nur in wenigen, zwingenden Fällen, davon abgewichen wurde.

## 5.7 ERKENNTNISSAMMLUNG DER EMPIRISCHEN ERHEBUNGEN

### 5.7.1 LERNSPIELE

Es gelang im Rahmen dieses Forschungsprojekts vier verschiedene Spiele (Algo, E-T, E-T-Plus und RegEx) zu entwickeln, mit deren Hilfe eine spielende Person in den Flow versetzt werden konnte.

### 5.7.2 LERNERFOLG

Ist eine Person im Flow, ist der Lernerfolg grösser als ohne Flow. Auch dies konnte in zwei verschiedenen Testanordnungen mit zwei unterschiedlichen Tests bestätigt werden.

### 5.7.3 EEG-DATEN

Während die Testpersonen im Flow waren wurden verschiedene Daten aufgezeichnet. Die Auswertung der Daten ergaben folgende Erkenntnisse:

- Beim Lesen eines Buches steigen im Flow die Alpha-Wellen an. Dies deutet auf eine Entspannung im Flow hin.
- Beim Spielen eines Lernspiels sinken die Alpha-Wellen, woraus man den Schluss ziehen kann, dass die Person im Flow weniger entspannt ist als ohne Flow.

Da in beiden Fällen Flow vorhanden war und die Ergebnisse signifikant waren, lässt sich daraus schliessen, dass es verschiedene Flow-Zustände gibt. Zur Unterscheidung wurden die beiden Zustände in **Slow Flow** und **Fast Flow** unterteilt. Slow Flow für die weiche Form, die eine Alpha-Welle darstellt, **Fast Flow** für die kantige, schnelle Wellenbewegung einer Beta-Welle, die Anspannung widerspiegelt. Diese Begrifflichkeit wird zusätzlich unterstützt, indem im harten Flow die Low-Beta- und High-Beta-Wellen auch höher sind als ohne Flow. Beim Spielen zeigt sich diese Messung in einem starken Fokus auf das Spiel, gepaart mit einer hohen Anspannung im Spiel. Diese beiden Eigenschaften zeigen sich beim Buch lesen gar nicht.

Bei einer wiederholten Überprüfung der gemessenen Daten zeigte sich zwar ebenfalls die Erhöhung der Beta-Wellen. Konnte die Erhöhung der High-Beta-Wellen bestätigt werden, gab es jedoch bei dieser zweiten Messung bei Low-Beta nur eine tendenzielle Erhöhung – hingegen bei Midrange-Beta im Unterschied zur vorherigen Messphase eine Erhöhung im Flow-Zustand.

Die Theta-Wellen sind im Flow bei allen gemachten Erhebungen höher als ohne Flow. Theta-Wellen beschreiben im Wachzustand Intuition und Erinnerung, allenfalls auch tiefe Entspannung – ein Zustand zwischen Wachheit und Schlaf.

Die Feststellung aus der Algo-Messung, dass die Theta-Wellen im Flow grösser seien als die Alpha-Wellen konnte in den späteren Messungen nicht bestätigt werden.

#### *5.7.4 LOKALISATION VON HIRNWELLEN*

Die Lokalisation der Veränderungen von Beta-Wellen im Bereich des Corpus Callosum bedarf noch weiterer Klärung, bevor verlässlich eine eindeutige Aussage gemacht werden kann.

#### *5.7.5 WOHLBEFINDEN*

Die Wahrnehmung der Passung von Fähigkeiten und Anforderungen, die bereits bei der ersten Messung im Flow höher war, bestätigte sich in der Algo-Plus-Erhebung. Anlässlich der Messungen E-T-Plus und RegEx wurde zusätzlich mittels PANAS-Fragebogen überprüft, ob die Testperson positiv oder negativ eingestellt war. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Testpersonen im Flow-Zustand besser fühlten als ohne Flow.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Nachfolgend sollen die Projektergebnisse zusammengefasst dargestellt werden. Der Stand der Erkenntnisse zeigt einen Überblick über die Einbettung der Ergebnisse in die laufende Flow-Forschung.

### 6.1 PROJEKTERGEBNISSE

- Es gelang im Rahmen dieses Forschungsprojekts vier verschiedene Spiele zu entwickeln, mit deren Hilfe eine spielende Person in den Flow versetzt werden kann.
- Ist eine Person im Flow, ist der Lernerfolg grösser als ohne Flow. Wenn also ein Thema, das sonst nicht gerne gelernt wird, in ein spannendes Spiel verpackt werden kann, könnte es gelingen, den Inhalt im Flow zu vermitteln und damit beispielsweise lernschwächeren Schülern oder Schülern, die Widerstände gegen das Thema haben, die Chance zu bieten, auf einem anderen Wege einen Zugang zum Stoff zu erhalten.
- Zu den Hirnwellen kann allgemein gesagt werden, dass Testpersonen im Flow sich entspannter fühlen (Theta), konzentriert und fokussiert auf die Aufgabe sind (Midrange-Beta ) und teilweise angespannt (High-Beta). Diese Aussagen passen sehr gut zu Flow, analysiert man die im Kapitel 2.1 genannten Flow-Faktoren. Für die Lokalisation der Hirnwellen gibt es erste Anhaltspunkte. Diese müssen aber noch weiter überprüft werden.
- Es zeichneten sich zwei unterschiedliche Flow-Zustände ab: **Slow Flow** und **Fast Flow**. Der Slow Flow ist entspannt und gelassen, wie es beim Lesen eines Buches stattfindet, wogegen Fast Flow eine angespannte Situation darstellt, die beim Spielen eines hektischen Computerspiels zeigt.
- Alter ist kein Hindernis für Flow. Ältere Personen kommen genauso gut in den Flow wie jüngere.
- Mann und Frau kommt gleichermassen in den Flow.
- Das Wohlbefinden ist im Flow besser als ohne Flow und man empfindet die Passung zwischen Fähigkeiten und Anforderungen positiver im Flow als ohne.
- Mittels Dual-Task-Methode gelang es, die Testpersonen derart zu überfordern, dass der Flow Zustand gezielt unterbrochen werden konnte. Es ist vorstellbar, bei einem angepassten Einsatz der Dual-Task-Methode den Flow sogar zu begünstigen, indem begabten Spielern durch die Erhöhung der Anforderung der Flow aufrechterhalten werden könnte.

## 6.2 STAND DER ERKENNTNISSE

Anlässlich von zwei Konferenzen wurden die Zwischenergebnisse präsentiert und diskutiert. So konnten neue Erkenntnisse für die weiteren Forschungsphasen gewonnen werden.

Bei beiden Konferenzen waren namhafte Flow-Forscher aus der ganzen Welt persönlich vor Ort, mit denen Fachgespräche und ein interessanter Austausch der laufenden Forschungen vorgenommen werden konnte.

Die Konferenz in Bern gab erste Bestätigungen für die laufenden Messungen und eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Flow-Forschern aus aller Welt.

In der Konferenz von Braunschweig, an der elf verschiedene Ländern vertreten waren, konnte ich folgende Tendenzen feststellen:

1. Den Flow-Zustand messen zu können ist ein Thema, das den Grossteil der Konferenzteilnehmer beschäftigt.
2. Es werden neue Methoden gesucht, den Flow mittels Körperindikatoren messen zu können.
3. Es gibt noch keine verlässliche Messmethode, die den Flow-Zustand "live" erkennen lässt.
4. EEG scheint eine valable Methode zu sein, um Flow zu messen.

An der Konferenz in Braunschweig wurde der Wunsch geäußert, ein gemeinsames Austauschforum für die Flow Forschenden zu erstellen. Aufgrund dieser Anregungen richtete ich die Seite: <http://flow-research.org/> ein. Die Ergebnisse der Konferenz wurden via Forum für die Teilnehmenden zugänglich gemacht und es bietet die Möglichkeit, zukünftige Flow-Forschungen weltweit zu vernetzen. Auch ein Austausch unter den Forschenden ist via Forum in einem privaten Rahmen gewährleistet. Weitere Forscher werden nur auf Empfehlung im Forum aufgenommen und haben keinen Zugang auf die Braunschweiger Informationen. Dies war eine Bedingung für die Erfassung der Teilnehmenden und das Hochladen der Konferenzinformationen.

Eine weitere Möglichkeit für den Austausch mit anderen Flow-Forschern ergab sich anlässlich des 31. Motivationspsychologischen Kolloquiums der Technischen Universität in München. Dieses Kolloquium war zwar nicht auf Flow ausgerichtet, beim Studium der Teilnehmerliste liess sich jedoch sofort erkennen, dass einige namhafte Flow-Forscher teilnahmen.

Sowohl im Austausch an den verschiedenen Konferenzen, wie auch in individuellen Gesprächen mit Flow-Forschenden, kam immer wieder das Bedürfnis auf, Flow sichtbar zu machen, respektive Flow messen zu können. Durch diese Arbeit wurde ein Schritt in diese Richtung getan.



## 7 AUSBLICK UND WEITERE SCHRITTE

Die Erhebungen und gewonnenen Erkenntnisse haben neue Themen aufgeworfen, die im Rahmen dieses Projekts nicht mehr beantwortet werden konnten. Sie sollen hier kurz beleuchtet werden:

Verschiedene Flow-Zustände:

In der Zusammenfassung wurde die Unterscheidung zwischen verschiedenen Flow-Zuständen gemacht, wobei qualitativ nicht zwingend zu unterscheiden ist, wie der Flow-Zustand erreicht wird. Es ist aber durchaus vorstellbar, dass neben dem **Slow Flow** und dem **Fast Flow** auch noch andere Flow-Zustände existieren, wie zum Beispiel im Sport, bei dem sich höchstwahrscheinlich noch andere Hirnwellen äussern als diejenigen, die bereits gemessen wurden.

Mausbewegungen:

Wie sich bereits bei der Messung E-T-Plus gezeigt hat, zeigt sich die Art der Mausbewegungen im Flow anders als ohne Flow. Mit Fokus auf diese Feststellung könnte eine zukünftige Untersuchung zum Ziel haben, anhand der Maus oder auch Tastatureingabe den Flow-Zustand festzustellen.

Andere Messmethoden:

Pulsmessungen zeigen zum Beispiel Muster, die es wert wären, genauer untersucht zu werden. Da die Pulsmessung einfacher anzuwenden ist als das EEG, könnte so ein vereinfachtes Messverfahren entwickelt werden. Auch die Hemoencephalographie bietet eine Möglichkeit, die Hirnaktivität darzustellen. Sollte es möglich sein, den Fokus bei der Messung auf den Präfrontalen Cortex (PFC) zu konzentrieren, wäre die Messung via Hemoencephalographie schneller und einfacher als mittels EEG-Elektroden.

Dual-Task-Methode

Durch einen angepassten Einsatz der Dual-Task-Methode könnte es gelingen, bei sehr versierten Spielern durch die Anreicherung des Spiels mittels Dual-Task den Flow-Zustand aufrecht zu erhalten. Dies müsste allerdings in einer erneuten Versuchsreihe mit angepassten Parametern empirisch untersucht werden.

Alter und Flow

Punkto Altersunterschied ergab die erste Messung mit dem Algo-Spiel keinen Unterschied im Flow-Verhalten der Testpersonen. Dies wurde zusätzlich mit einem erweiterten Personenkreis überprüft. Die Ergebnisse zeigen interessante Ansätze dafür, dass Personen mit unterschiedlichem Alter gleichermassen in den Flow kommen können.

#### Geschlechterspezifische Unterschiede

Da die geschlechterspezifischen Unterschiede in einem sehr eingeschränkten Personenkreis durchgeführt wurden, wäre es interessant, die Studie in einem erweiterten Personenkreis zu wiederholen, um zu erfahren, ob dann die gleichen Ergebnisse erzielt würden.

#### Rückschluss der Hirnwellen auf Flow

Da die gemessenen Hirnwellen leider zu wenig spezifisch sind, um von ihnen einen direkten Rückschluss auf den Flow-Zustand vorzunehmen, respektive diesen davon abzuleiten, wäre es interessant, die angewandten Messverfahren so zu erweitern, dass ein eindeutiges Muster entsteht, das den Rückschluss auf Flow zulässt.

## 8 DANK

Ich bedanke mich ganz herzlich bei meinem Supervisor Prof. Dr. Helmut Schauer für die Möglichkeit, dieses Thema zu erforschen und für seine Unterstützung. Er hat mich nicht nur während meiner Tätigkeit als Assistent in seiner Forschungsgruppe "Educational Engineering" unterstützt, sondern auch nach seiner Emeritierung im Frühjahr 2009. Er hatte stets ein offenes Ohr für meine Anliegen und auch immer eine Idee parat, wenn das Projekt Input brauchte.

Bei Herrn Prof. Dr. Mandl von München bedanke ich mich für die Bereitschaft, meine Arbeit als Korreferent zu prüfen und für die detaillierten Rückmeldungen zum Projekt. Ich habe Herrn Prof. Mandl ganz am Anfang meiner Diss kennengelernt, als ich ihm anlässlich seines Besuchs bei Prof. Schauer mein Forschungsprojekt vorstellen durfte.

Herrn Prof. Dr. Gall danke ich ganz herzlich für die Bereitschaft, das Nebenfachthema zu prüfen. Ebenfalls herzlichen Dank für seine grosse Geduld, die er meinen Anliegen zum Kolloquium entgegengebracht hat.

Vielen Dank auch an alle Forschenden, mit denen ich mich an Konferenzen, wie auch an der Universität, austauschen durfte. Sie haben mir immer wieder Hinweise und Tipps für die Durchführung der empirischen Untersuchungen gegeben. Speziell zu erwähnen sei an dieser Stelle Prof. Dr. Schallberger, der sich sogar für ein Interview bereit erklärte. Es war sehr interessant, mit einem solch erfahrenen Flow-Forscher über das Projekt zu sprechen. Auch all den anderen Forschern aus der Psychologischen Fakultät möchte ich für die tatkräftige Unterstützung danken. Dazu gehören Dr. Lorena Giannotti und Pacal L. Faber vom KEY Institut, die mich unter der Leitung von Prof. Dr. Dietrich Lehmann bei den Messungen mit Rat und Tat unterstützt haben, wie auch Dr. Michaela Esslen für ihre Starthilfe in Sachen EEG-Messungen und Dr. Hans Menning für seine Unterstützung und Zusammenarbeit bei zwei Teilprojekten. Anlässlich der besuchten Konferenzen haben sich aus den Diskussionen gute Ideen für die Umsetzung der empirischen Erhebungen ergeben. Herzlichen Dank an alle Beteiligten.

Allen Studierenden, die in Diplom-, Bachelor-, Semester-, sowie Seminararbeiten am Thema Flow gearbeitet haben danke ich herzlich für die tolle Zusammenarbeit. Ohne ihre Mitarbeit wäre das Projekt nicht in diesem Umfang möglich gewesen. Meinen Kollegen aus der Forschungsgruppe danke ich für den Austausch, sei es bei den offiziellen Doktorandenseminaren, in der Kaffeepause, oder auch bei einem nächtlichen Skype-Anruf, bei dem wir über unsere Forschungsthemen diskutieren konnten.

Und "last but not least" bedanke ich mich ganz herzlich bei meiner Lektorin, Astrid Spirig, für die exakte grammatikalische Überprüfung meiner Arbeit.

## 9 INFORMATIONENQUELLEN

### 9.1 PRINTMEDIEN UND ELEKTRONISCHE QUELLEN

- ARNOLD, R. & PÄTZOLD, H. (2008) *Bausteine zur Erwachsenenbildung*, Baltmannsweiler, Schneider Hohengehren.
- BACKHAUS, K. (2003) *Multivariate Analysemethoden eine anwendungsorientierte Einführung*, Berlin, Springer.
- BALTES, P. B., MITTELSTRASS, J. & STAUDINGER, U. M. (1994) *Alter und Altern: ein interdisziplinärer Studententext zur Gerontologie*, Berlin <etc.>, de Gruyter.
- BENZ, D. (2007) Lernplattform zur Messung von Lernerfolg und Flow *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- BERGER, P. L. & LUCKMANN, T. (1967) *<<The>> social construction of reality*, London, Allen Lane The Pinguin Press.
- BERGMANN, W. & HÜTHER, G. (2006) *Computersüchtig : Kinder im Sog der modernen Medien*, Düsseldorf, Patmos.
- BERNET, A., BÜRGISSER, M. & WAGNER, U. (2006) Machen Lernspiele weniger Spass? Universität Zürich, Seminararbeit, 60.
- BFS (2010) Teilnahme an Weiterbildung in der Schweiz
- IN BERNIER, G., QUIQUEREZ, B. & RAUCH, N. (Eds.) *Schweizerische Arbeitskräfteerhebung 2009*. Neuchâtel, Bundesamt für Statistik.
- BÖTTCHER, R. A. (2006) Flow in Computerspielen - Game- Flow-Analysis-Tool. Gütersloh, <http://www.flowmessung.de/>.
- BRAINPRODUCTS (2011) Quickamp. Gliching.
- BRANDSTÄTTER, V. (2006) Emotion. Psychologisches Institut, Universität Zürich, Vorlesungsunterlage.
- BRODMANN, K. (1909) *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues*, Leipzig, J. A. Barth.
- BRUHN, M. (1991) *Dienstleistungsqualität : Konzepte, Methoden, Erfahrungen*, Wiesbaden, Gabler.
- BRÜNKEN, R., STEINBACHER, S., PLASS, J. L. & LEUTNER, D. (2002) Assessment of Cognitive Load in Multimedia Learning Using Dual-Task
- Methodology. *Experimental Psychology (formerly "Zeitschrift für Experimentelle Psychologie")*, 49, 109-119.
- BRUNS, T. & PRAUN, N. (2002) *Biofeedback ein Handbuch für die therapeutische Praxis*, Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht.
- BURZIK, A. (2010) Flwoskills. Bremen, <http://www.flwoskills.com/intro.html>.
- CASSANDRA, B. (2009) Lernverhalten: Wie Kinder lernen die Welt zu verstehen ... <http://www.philognosie.net/index.php/article/articleview/770/>.
- CHALKIOPOULOS, I., NIEROP, A. & SPÖRRI, K. (1997) Flow-Erfahrung und Persönlichkeit. Zürich, Unveröffentlichte Forschungsseminararbeit.
- CHEN, J. (2006) Flow in Games. <http://www.jenovachen.com/flowingames/>.
- CRNISANIN, F., MEIER, M. & THIERWÄCHTER, S. (2007) Untersuchung der Korrelation zwischen Flow, Spielgenres und Spielpräferenzen. Zürich, 27.

- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1997) *Finding flow the psychology of engagement with everyday life*, New York, NY, Basic Books.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1999a) <<Das >>flow-Erlebnis jenseits von Angst und Langeweile im Tun aufgehen, Stuttgart, Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1999b) *Lebe gut! wie Sie das Beste aus Ihrem Leben machen*, Stuttgart, Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (2004) *Flow im Beruf das Geheimnis des Glücks am Arbeitsplatz*, Stuttgart, Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (2005) *Flow Das Geheimnis des Glücks*, Stuttgart, Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & AEBLI, H. (2000) <<Das>> flow-Erlebnis jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen, Stuttgart, Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & AEBLI, H. (2005) <<Das>> flow-Erlebnis jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen, Stuttgart, Klett-Cotta.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & CSIKSZENTMIHALYI, I. S. (1975) *Beyond boredom and anxiety*, San Francisco, Calif. <etc.>, Jossey-Bass.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & LARSON, R. (1987) Validity and reliability of the Experience-Sampling Method.,  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3655778>.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & NAKAMURA, J. (2002) The Concept of Flow.  
<http://www.questia.com/PM.qst?a=o&d=104273545>.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & SCHIEFELE, U. (1993) Die Qualität des Erlbens und der Prozess des Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39, 207-221.
- DECI, E. L. (2003) Effects of extenally mediated rewards on intrnsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 18, 105 - 115.
- DELFS-SWORA, G. (2003) Wie Hänschen lernte, lernt Hans nimmermehr  
<http://www.delfs-swora.de/aufsaetze/erwlernen.htm>.
- DELLE FAVE, A., BASSI, M., MASSIMINI, F. (2003) Quality of experience and risk perception in high-altitude rock climbing. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15, Seiten 82 98.
- DEMOS, J. N. (2005) *Getting Started with Neurofeedback*, W W Norton & Co.
- DEUTSCH, W. & HENK, F. (2010) The Concept of Flow: Toward a Scientific Integration. IN TECHNISCHE UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG, G. (Ed.) *The Concept of Flow: Toward a Scientific Integration*. Braunschweig.
- DOLLASE, R. (2008) Psychologie des Alters. *Erfreuliche Erkenntnisse für ältere Menschen*. Halle, Universität Bielefeld, Abt. Psychologie, VHS Ravensberg.
- DUBS, R. (1985) *Kleine Unterrichtslehre für den Lernbereich Wirtschaft, Recht, Staat und Gesellschaft*, Aarau, Sauerländer.
- DUBS, R. (1995) *Lehrerverhalten ein Beitrag zur Interaktion von Lehrenden und Lernenden im Unterricht*, Zürich, Verlag des Schweizerischen Kaufmännischen Verbandes.
- DUDENVERLAG (2010) Duden - Das Fremdwörterbuch. *Office-Bibliothek*. Mannheim, Bibliographisches Institut GmbH.
- EASYCAP (2006) EEG Recording Caps and relöated Products. Herrsching,  
[http://www.easycap.de/easycap/e/electrodes/07\\_M23.htm](http://www.easycap.de/easycap/e/electrodes/07_M23.htm).
- EBE, M., HOMMA, I. & KUGLER, J. (2002) *Leitfaden für die EEG-Praxis : ein Bildkompendium*, München {[u.a.], Urban & Fischer.
- EBERLE, F. (2003) Prüfen, Beurteilen, Bewerten. UNI Zürich, Vorlesungsunterlagen.

- EKMAN, P. (2007) *Gefühle lesen wie Sie Emotionen erkennen und richtig interpretieren*, München, Elsevier.
- EKMAN, P., FRIESEN, W. V. & HAGER, J. C. (1978) *Facial action coding system*, Palo Alto, Calif., Consulting Psychologists Press.
- ELLIOT, H. C. (1969) *Textbook of Neuroanatomy*, Philadelphia, J B LIPPINCOTT & CO.
- ENGELER, D., LEOPOLD, K. & MOLL, L. (2007) Flow beim Spielen. Zürich, Seminararbeit 26.
- ENGESER, S., RHEINBERG, F., VOLLMEYER, R. & BISCHOFF, F. (2005) *Motivation, Flow-Erleben und Lernleistung in universitären Lernsettings*.
- ENGESER, S. & VOLLMEYER, R. (2005) *Tätigkeitsanreiz und Flow*.
- ETTRICH, C. (1998) *Konzentrationsstrainings-Programm für Kinder 2 1. und 2. Schulklasse*, Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht.
- FLÜCKIGER, M. (2008) Entwicklung eines Lernspiels zur Messung von Lernerfolg und Flow *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- GARDNER, H., CSIKSZENTMIHALYI, M. & DAMON, W. (2005) *Good Work! für eine neue Ethik im Beruf*, Stuttgart, Klett-Cotta.
- GARRIS, R., AHLERS, R. & DRISKELL, J. E. (2002) Games, motivation, and learning: A research and practice model. *SIMULATION & GAMING*. Sage Publications.
- GEE, J. P. (2003) *What video games have to teach us about learning and literacy*, New York, Basingstoke, Palgrave Macmillan ; Palgrave [distributor].
- GELITZ, C. (2008) Safer surfen. *Gehirn und Geist, Kindesentwicklung Nr. 3* 3, 98.
- GIANNOTTI, L. (2006a) EEG Elektrodenplatzierung electrode Placement für eine 64-Kanalerhebung. Zürich, KEY Institut.
- GIANNOTTI, L. (2006b) Flowmessung mittels EEG. Interview zu den Messungen ed. Zürich.
- GRAUMANN, C. F. & BIRBAUMER, N. (1997) *Enzyklopädie der Psychologie*, Göttingen [u.a.], Hogrefe Verl. für Psychologie.
- GRONER, R., WEIBEL, D. & WISSMATH, B. (2008) When Media Environments Become Real. IN GRONER, R., WEIBEL, D., WISSMATH, B. & SCHMITZ, F. (Eds.). Bern.
- GROSPIETSCH, G. (2011) Gesundheits-Lexikon. Braunschweig, <http://www.gesundheits-lexikon.com/Vorsorge-Diagnostik/Herz-Kreislauf-Gefaesse/Photoplethysmographie-PPG-.html>.
- GUSSET, W. (2010) Heartwaves transform your life. Nidau, <http://www.heartwaves.ch/web/brainwave-entrainment/>.
- HAENSE, J. & MANDL, H. (2010) In oder mit Spielen lernen? *DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung*, Heft 3/2009 S. 32ff.
- HARMS, I. (2009) Eyetracking. Saarbrücken, <http://usability.is.uni-sb.de/methoden/eyetracking.php>, Homepage des Arbeitsbereichs Usability.
- HARTMANN, U., SCHNEIDER, U. & EMRICH, H. M. (2008) Auf der Jagd nach dem Glück. *GEHIRN & GEIST*. Heidelberg, Spektrum der Wissenschaft.
- HAUFE-KÜNKLER, U., AXT-GADERMANN, M. & KÄMPER, A. (2009) *Bertelsmann, Das grosse Gesundheitslexikon*, Gütersloh, Wissen-Media-Verl.

- HBI-MED (2011) HBimed Neurofeedback Shop. Chur,  
<http://www.hbimed.com/de/qeeg/shop/qeeg-systeme/mitsar-201.html>.
- HERRMANN, U. (2006) *Neurodidaktik Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen*, Weinheim, Beltz.
- HIMMELSBACH, M., SCHÄFER, D. & SCHMIDT, D. (2006) Snoezelen und Hautwiderstand.  
<http://www2.informatik.huberlin.de/~meffert/Seminararbeiten/Snoezelen/Hautwiderstand/hautwiderstand.ppt>.
- HOBMAIR, H. (2003) *Psychologie*, Troisdorf, Bildungsverl. EINS.
- HOFFMAN, D. L. & NOVAK, T. P. (1996a) Marketing in Hypermedia Computer-Mediated Environments: Conceptual Foundations. *Journal of Marketing*, 60, 50-68.
- HOFFMAN, D. L. & NOVAK, T. P. (1996b) A New Marketing Paradigm for Electronic Commerce. 24.
- HUNZIKER, A. W. (2004) *Spaß am wissenschaftlichen Arbeiten so schreiben Sie eine gute Diplom- oder Semesterarbeit*, Zürich, SKV.
- KANADE, T., COHN, J. F. & TIAN, Y.-L. (2000) Comprehensive database for facial expression analysis. *Automatic Face and Gesture Recognition*. Crenoble, France, The institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.4.
- KELLER, T., RUTISHAUSER, F. & WEISS, D. (2006a) Spielend Lernen in heutigen Unternehmungen. Zürich, Seminararbeit, 16.
- KELLER, T., RUTISHAUSER, F. & WEISS, D. (2006b) Spielend lernen in heutigen Unternehmungen. Zürich.
- KERKAU, F. (2005) Biosignale der Pupille zur Steuerung intelligenter User Interfaces. *Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie*. Berlin, Freie Universität Berlin.
- KIILI, K. (2005) Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8, 13-24.
- KOCH, B. (2007) Flow live messen. *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- KOLB, B. & WHISHAW, I. Q. (1996) *Neuropsychologie*, Heidelberg {[u.a.]}, Spektrum, Akad. Verl.
- KRÄUTLI, P. (2009) Lernplattform zur Messung von Lernerfolg und Flow. *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- KROHNE, H. W. E., BORIS; KOHLMANN, CARL-WALTER; TAUSCH, ANJA (1996) Untersuchungen mit einer deutschen Version der "Positive and Negative Affect Schedule" (PANAS). / Investigations with a German version of the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS). . *Diagnostica*, 42 (2), 139-156.
- KUGEMANN, W. F. & GASCH, B. (2002) *Lerntechniken für Erwachsene*, Reinbek bei Hamburg, Rowohlt.
- LEHMANN, M.-L. (2011) Gehirn Atlas. Hamburg, <http://www.gehirn-atlas.de/index.html>, Online-Ressource.
- LITTLEWORT, G., STEWART BARTLETT, M., FASEL, I., CHENU, J. & MOVELLAN, J. R. (2003) Analysis of Machine Learning Methods for Real-Time Recognition of Facial Expressions from Video. *Machine Perception Laboratory Institute for Neural Computation*. San Diego, University of California.



- LUTHIGER, B. (2003) Spass und Software-Entwicklung *Lehrstuhl für Unternehmensführung und -politik*. Zürich, Universität Zürich.
- MANDL, H. & HAENSE, J. (2010) Neue Wege in der Wissensvermittlung: Learning Adventures. *Jahrbuch eLearning & Wissensmanagement*, Bildung in Zeiten von Web 2.0, S. 78 - 83.
- MAYER, K. C. (2010) neuro24.de. Heidelberg,  
<http://www.neuro24.de/neurodat.htm>.
- MAYER, K. U. (1996) *Die Berliner Altersstudie : ein Projekt der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften*, Berlin, Akademie-Verl.
- MESSING, B. & HUBER, K.-P. (2007) <<Die>> Doktorarbeit: vom Start zum Ziel *Lei(d)tfaden für Promotionswillige*, Berlin, Springer.
- MEUELER, E. (1982) *Erwachsene lernen : Beschreibung, Anstöße, Erfahrungen*, Stuttgart, Klett-Cotta.
- NIELSEN, J. (1993) *Usability engineering*, San Diego, Morgan Kaufmann.
- OBLINGER, D. G. (2004) The Next Generation of Educational Engagement. *Journal of Interactive Media in Education*, , 18.
- OTHMER, S. (2007) NIR versus PIR. Stadtsteinach, Germany, 1.
- OTHMER, S. & OTHMER, S. (2007) Neurofeedback, Scientific Basis and Clinical Practice. Stsdtsteinach, Germany.
- PASCUAL-MARQUI, R. D. (1994) LOW-RESOLUTION ELECTROMAGNETIC TOMOGRAPHY - A NEW METHOD FOR LOCALIZING ELECTRICAL-ACTIVITY IN THE BRAIN. *International Journal of Psychophysiology* 18, 49 65.
- PETERSEN, D. & MESTRE, O. (2010) Neurofeedback und HEG-Biofeedback. Zürich,  
<http://www.braintrainer.ch/html/heg-biofeedback.html>.
- PFISTER, R. (2002) *Flow im Alltag Untersuchungen zum Quadrantenmodell des Flow-Erlebens und zum Konzept der autotelischen Persönlichkeit mit der Experience Sampling Method (ESM)*, Bern, Lang.
- PLÖHN, I. (1998) *Flow-Erleben : eine erlebnispädagogische Anleitung zum Motivationstraining für Jugendliche*, Neuwied {[u.a.], Luchterhand.
- PLÖHN, I. (2001) Zur erziehungswissenschaftlichen Relevanz des "Flow"-Begriffes eine Analyse reformpädagogischer Konzepte. Frankfurt a.M., Dissertation, <http://www.sub.uni-hamburg.de/opus/volltexte/2002/668/html/eins.htm>, Online-Ressource.
- PLÜMPER, T. (2003) *Effizient Schreiben Leitfaden zum Verfassen von Qualifizierungsarbeiten und wissenschaftlichen Texten*, München Wien, Oldenbourg.
- POENICKE, K. (Ed.) (1988) *DUDEN, Wie verfasst man wissenschaftliche Arbeiten?*, Mannheim, Wien, Zürich, Dudenverlag.
- PRENSKY, M. (2001) *Digital game-based learning*, New York, McGraw-Hill.
- PRENSKY, M. (2003) Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*. New York, ACM New York Issue 1.
- PRENSKY, M. (2010) *Teaching digital natives : partnering for real learning*, Thousand Oaks, Calif., Corwin.
- RANALDO, R., REHSCHKE, P. & VAGLIARDO, A. (2007) Flow Messmethoden – Reaktion der Augen. Universität Zürich, Seminararbeit 27.



- REISCHIES, F. M. & LINDENBERGER, U. (1996) Grenzen und Potentiale kognitiver Leistungsfähigkeit im Alter. *Die Berliner Altersstudie*. Berlin, Akademie Verlag.
- REUTER, P. (2004) *Springer Lexikon Medizin*, Berlin, Springer.
- RHEINBERG, F. (2002) Flow-Erleben und Risikomotivation. *Motivationale Kompetenz*. Präsentation ed. Siegen, Münster.
- RHEINBERG, F. (2004) *Motivation*, Stuttgart, Kohlhammer.
- RHEINBERG, F. (2006) *Motivation*, Stuttgart, Kohlhammer.
- RHEINBERG, F. & VOLLMEYER, R. (2003) *Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen*.
- RHEINBERG, F., VOLLMEYER, R. & ENGESER, S. (2003) *Die Erfassung des Flow-Erlebens*.
- RHEINBERG, F., VOLLMEYER, R. & MANIG, Y. (2005) Flow-Erleben: Untersuchungen zu einem populären, aber unterspezifizierten Konstrukt. *ESM-STUDIE: Flow-Erleben unter Alltagsbedingungen*. Potsdam, Abschlussbericht, Universität Potsdam.
- RICHARTZ, C. (2006) Lernen und Flow. *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- ROBBINS, J. (2000) *A symphony in the brain : the evolution of the new brainwave biofeedback*, New York, Atlantic Monthly Press.
- RÖSSGER, P. (1997) *Die Entwicklung der Pupillometrie zu einer Methode der Messung mentaler Beanspruchung in der Arbeitswissenschaft*, Sinzheim, Pro-Universitate-Verl.
- ROYL, G. (2002) Neurovaskuläre Kopplung im somatosensorischen Kortex der Ratte: Untersuchungen zur zeitlichen Kinetik mittels optischer Verfahren und funktioneller Magnetresonanztomographie. *Medizinischen Fakultät Charité der Humboldt-Universität*. Berlin, Doctoral Thesis, Berlin.
- SCHALLBERGER, U. (1999) Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit. *Theoretische Rahmenüberlegungen zum Erlebens-Stichproben-Fragebogen (ESF) und zu den Operationalisierungen*. Zürich, Psychologisches Institut der Universität Zürich, Abteilung Angewandte Psychologie.
- SCHALLBERGER, U. (2000) *Projekt "Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit" Untersuchungen mit der Experience Sampling Method eine Zwischenbilanz*, Zürich, Psychologisches Institut der Universität Zürich.
- SCHALLBERGER, U. (2007) Flow Erfahrungen. IN HUGENTOBLER, U. (Ed.) Interview mit Prof. Schallberger zu seinen Erfahrungen mit Flowmessungen ed. Zürich, Interview.
- SCHANDRY, R. (1996) *Lehrbuch der Psychophysiologie körperliche Indikatoren psychischen Geschehens*, Weinheim, Beltz.
- SCHEER, A.-W. (2011a) Silver Surfer – Senioren im Internet. Berlin, BITCOM.
- SCHEER, A.-W. (2011b) Wie die Deutschen mit Nachrichtenflut und Medienvielfalt umgehen. Berlin, BITCOM.
- SCHELLING, H. R. & SEIFERT, A. (2010) Internet-Nutzung im Alter. *Zürcher Schriften zur Gerontologie*. Zürich, Universität Zürich.
- SCHRÄDER-NAEF, R. (1995) *Lerntraining für Erwachsene : "es lernt der Mensch, so lang er lebt"*, Weinheim {[u.a.], Beltz.
- SCHULER, H. (2001) *Lehrbuch der Personalpsychologie*, Göttingen, Hogrefe.
- SCHWAN, S. (2006) Game Based Learning - Computerspiele in der Hochschullehre. *Didaktisches Design*. Tübingen e-teaching.org.

- SCHWIER, P. D. J. (2007) Zur Soziologie des Spiels. <http://www.uni-giessen.de/~g51039/vorlesungV.htm>.
- SEDGEWICK, R. (1992) *Algorithmen*, Bonn <etc.>, Addison-Wesley.
- SEIFERT, J. (2005) *Ereigniskorrelierte EEG-Aktivität*, Lengerich {[u.a.]}, Pabst.
- SIEDENTOPF, C. (2010) fmri-easy. Innsbruck, <http://www.fmri-easy.de/fmri.htm>.
- SPITZER, M. (2002) *Lernen Gehirnforschung und die Schule des Lebens*, Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag.
- SPITZER, M. & ADLER, R. H. (2007) *Braintertainment Expeditionen in die Welt von Geist & Gehirn*, Stuttgart, Schattauer.
- STEINER, V. (2005) *Energiekompetenz produktiver denken, wirkungsvoller arbeiten, entspannter leben eine Anleitung für Vielbeschäftigte, für Kopfarbeit und Management*, München Zürich, Pendo.
- STOLL, O. & REINHARDT, C. (2010) Flow experiences in competitive sports. *The Concept of Flow: Toward a Scientific Integration*. Braunschweig, Präsentation.
- SWEETSER, P. & WYETH, P. (2005) GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3, 3 - 3.
- THIERWÄCHTER, S. (2009) Untersuchungen zu altersbedingten Unterschiede bezüglich Flowerlebnis beim Lernen am Computer *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- THOMSON, I. R. S. (2010) EndNote X4. USA.
- TIAN, Y.-L., KANADE, T. & COHN, J. F. (2001) Recognizing action units for facial expression analysis. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 23, 97 - 115.
- TOGGWEILER, P. (2009) Benutzerverhalten im Flow-Zustand. *Institut für Informatik*. Zürich, Diplomarbeit, Universität Zürich.
- VOLLMMEYER, R., ENGESER, S., KLIEGL, R., MANIG, Y. & RHEINBERG, F. (2007) Flow bei der Arbeit, doch Glück in der Freizeit. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O*, 51, 105-115.
- WANDERNOTH, B. (2010) EEG Info. <http://www.eeginfo.ch/de/eeginfo/home.html>.
- WECHSLER, K., PIRKER, R. & KELLER, M. (2007) Flow-Bestimmung mit Gehirnaktivitäts-Messungen.
- WEHRLI, W. & BOTH, R. (2003) *Enzyklopädie elektrophysiologischer Untersuchungen*, München {[u.a.]}, Urban und Fischer.
- WEIMAR, D. (2004) *Flow Erleben*. Düsseldorf, 8.
- WEINERT, F. E. & MANDL, H. (1997) *Psychologie der Erwachsenenbildung*, Göttingen {[u.a.]}, Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- WIKIDEDIA (2010) Definition Flow. [http://de.wikipedia.org/wiki/Flow\\_%28Psychologie%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Flow_%28Psychologie%29).
- WIRTH, T. (2005) Motivation und Handeln (3), Über Flow. Mosbach, <http://kommdesign.de/texte/flow.htm>.
- WISE, A. (2002) *Awakening the mind : a guide to mastering the power of your brain waves*, New York, Putnam.
- WISE, A. (2004) *The high-performance mind : mastering brainwaves for insight, healing, and creativity*, New York, Putnam.
- ZEIER, H. (1997) *Biofeedback physiologische Grundlagen - Anwendungen in der Psychotherapie*, Bern <etc.>, Huber.

- ZIMMERMANN, H. (2006) Alter(n)sgerechte Qualifizierung. Gummersbach, Bundesinstitut für Berufsbildung Innovationsstrategien für Verkehrsunternehmen mit alternden Belegschaften.
- ZÖFEL, P. (2003) *Statistik für Psychologen : im Klartext*, München {[u.a.], Pearson Studium.

## 9.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Das Diagonalmodell (Csikszentmihalyi 1999a, S. 75).....	14
Abbildung 2: Das Diagonalmodell (Csikszentmihalyi 1999a, S. 75).....	22
Abbildung 3: Austritt aus der Flow-Zone (Chen 2006).....	23
Abbildung 4: Flow-Kanal (Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi 1975) .....	23
Abbildung 5: Flow im Beruf (Csikszentmihalyi 2004, S. 93).....	24
Abbildung 6: Aufstieg innerhalb der Flow-Zone (Chen 2006) .....	24
Abbildung 7: Flow-Kanäle (Chen 2006).....	25
Abbildung 8: Quadranten-Modell (Delle Fave 2003).....	26
Abbildung 9: Das Oktanten-Modell (Csikszentmihalyi 2004, S. 100) .....	27
Abbildung 10: Das Oktanten-Modell (Csikszentmihalyi 2004, S. 103) .....	30
Abbildung 11: Gedächtnisreserven und Testing-the-Limits (nach Kliegl, Smith & P. Baltes 1989) (Baltes et al. 1994, S. 197).....	37
Abbildung 12: Teilnahme Weiterbildungen nach Altersklasse (BFS 2010, S. 12) .....	39
Abbildung 13: Teilnahme Weiterbildungen nach Altersklasse 2006, selbst erstellte Grafik, Datenquelle: (BFS 2010).....	40
Abbildung 14: Schulische Leistungen im Flow-Quadranten (Csikszentmihalyi und Nakamura 2002) .....	41
Abbildung 15: Umgang mit Medien (Arnold und Pätzold 2008) .....	42
Abbildung 16: Ältere Menschen nutzen ihren PC kaum (Scheer 2011a, S. 6).....	43
Abbildung 17: Digitaler Graben bei 65 Jahren (Scheer 2011a, S. 7).....	44
Abbildung 18: Umgang mit der Informationsflut (Scheer 2011b, S. 7).....	45
Abbildung 19: Flow- Werte beim Spielen, (Rheinberg und Vollmeyer 2003, S. 24) .....	48
Abbildung 20: Flow-Anpassung,(Csikszentmihalyi 2004, S. 107) .....	54
Abbildung 21: Flow Kanal bei aktiver Flow-Anpassung (Chen 2006) .....	55
Abbildung 22: Passive Flow-Anpassung,(Chen 2006, S. 12) .....	56

Abbildung 23: Probleme bei der passiven Flow Anpassung,(Chen 2006).....	57
Abbildung 24: Handyspiel mit und ohne Lernfunktion . ....	58
Abbildung 25: Abb. IT-Security Game (Intel) (Keller et al. 2006a, S. 7) .....	59
Abbildung 26: Abb. Site Safety Game (Keller et al. 2006a, S. 8) .....	60
Abbildung 27: Analyse der Unternehmungsgrösse (Keller et al. 2006a, S. 14) ...	61
Abbildung 28: Analyse der Branchen der Untersuchung (Keller et al. 2006a, S. 13) .....	61
Abbildung 29: Tätigkeitsfeld der untersuchten Unternehmungen (Keller et al. 2006a, S. 14).....	62
Abbildung 30: Aufzeichnung einer Testmessung von Christine Richartz mit Morae .....	66
Abbildung 31: Der Weg vom Auge zum Gehirn (Richartz 2006, S. 32) .....	72
Abbildung 32: Gesichtsausdrücke (Ekman et al. 1978), (Kanade et al. 2000) .....	73
Abbildung 33: HRV-Messgerät Quelle (Wandernoth 2010).....	74
Abbildung 34: Hautleitkurve (Himmelsbach et al. 2006).....	75
Abbildung 35: Wirkungsweise der Messung der Hirnaktivität (Othmer und Othmer 2007, S. 3) .....	78
Abbildung 36: Darstellung von zwei verschiedenen Amplituden (Demos 2005, S., S. 71) .....	79
Abbildung 37: EEG beim Lernen (Demos 2005, S. 76) .....	81
Abbildung 38: Brodmann-Areale in lateraler und medialer Darstellung (Kolb und Whishaw 1996).....	82
Abbildung 39: Aufzeichnung des EEG-Signals (Seifert 2005, S. 25).....	83
Abbildung 40: EEG-Elektrodenplatzierung für eine 64-Kanal-Erhebung (Giannotti 2006a).....	84
Abbildung 41: 32-Kanal-Erhebung (EASYCAP 2006) .....	85
Abbildung 42: Positionierung der Elektroden am Kopf (Othmer und Othmer 2007).....	86
Abbildung 43: Two-Cannel Hookup (Demos 2005, S. 82).....	87
Abbildung 44: Bewegungsartefakt (Mayer 2010) .....	88

Abbildung 45: Cygnet® Screen (Wandernoth 2010).....	89
Abbildung 46: BIO-Explorer® Screen (Wandernoth 2010).....	89
Abbildung 47: Auszug aus sLoreta (Toggweiler 2009, S. 54) .....	90
Abbildung 48: NeuroAmp Zweikanalgerät der Firma EEGInfo (Wandernoth 2010).....	90
Abbildung 49: Elektroden-Anschlusskasten, 21- Kanal-Gerät (HBI-Med 2011).	91
Abbildung 50: Quickamp-Gerät der Firma Brain Products GmbH (Brainproducts 2011).....	91
Abbildung 51: SuSa Cap (Wandernoth 2010) .....	92
Abbildung 52: Messumgebung im Faraday-Käfig des Psychologischen Instituts an der Binzmühlestrasse (eignes Foto).....	93
Abbildung 53: Arbeitsplatz im Faraday-Käfig (eigenes Foto) .....	93
Abbildung 54: Analyse- und Auswertungscomputer Binzmühlestrasse (eigenes Foto) .....	94
Abbildung 55: Funktionsweise PIR Sensor, EEGInfo.ch (Wandernoth 2010).....	95
Abbildung 56: PIR x 3 Infrarot Dreifachsensor mit Kopfband (Wandernoth 2010).....	96
Abbildung 57: MAGNETOM Trio, A Tim System 3T (www.medical.siemens.com) .....	96
Abbildung 58: Ausdruck aus "KEY Spectrum V63" alle Frequenzen .....	100
Abbildung 59: Ausdruck aus "KEY Spectrum V63" Fokus auf 2–12 Hz .....	100
Abbildung 60: Schematische Darstellung der Funktionen (Benz 2007, S. 50)..	103
Abbildung 61: Login-<maske (Benz 2007, S. 55).....	103
Abbildung 62: Benutzerverwaltung (Benz 2007, S. 57).....	104
Abbildung 63: Einstellungsbildschirm (Benz 2007, S. 59).....	104
Abbildung 64: Fragebogen Lernplattform (Benz 2007, S. 52) .....	104
Abbildung 65: Flow-Version des Spiels, Bildschirmansicht (Benz 2007, S. 29)	106
Abbildung 66: Non-Flow-Version des Spiels (Richartz 2006, S., S. 60).....	107
Abbildung 67: Regressionsanalyse Flow – Lernerfolg (Benz 2007, S. 56) .....	108

Abbildung 68: Ablauf Vorstudie (Richartz 2006, S. 58) .....	109
Abbildung 69: (Richartz 2006, S. 54) .....	110
Abbildung 70: Ergebnisauswertung (Benz 2007, S. 54) .....	110
Abbildung 71: Konfidenzintervalle Flow / Non-Flow (Richartz 2006, S. 78)....	111
Abbildung 72: Geschlechterspezifische Unterschiede beim Flow-Empfinden (Richartz 2006, S. 81) .....	112
Abbildung 73: Flow-Empfinden in verschiedenen Altersklassen (Richartz 2006, S. 83).....	112
Abbildung 74: Regressiver Zusammenhang von Motivation und Leistung (Richartz 2006, S. 85) .....	113
Abbildung 75: Streudiagramm mit eingezeichneter Regressionsgeraden für den regressiven Zusammenhang von Flow und Leistung (Richartz 2006, S. 87).....	113
Abbildung 76: Alpha- und Theta-Wellen beim Lernen im Flow-Zustand (Richartz 2006, S. 91) .....	114
Abbildung 77: Ablauf der Vorstudie (Koch 2007, S. 76) .....	116
Abbildung 78: Durchschnitt über 58 Kanäle (Koch 2007, S. 85) .....	117
Abbildung 79: Geänderte Elektrodenanordnung (Koch 2007, S. 71) .....	117
Abbildung 80: Ablauf der Vorstudie (Koch 2007, S. 76) .....	118
Abbildung 81: Theta-Wellen-Anteile (Koch 2007, S. 102) .....	120
Abbildung 82: Midrange-Beta-Wellenanteile(Koch 2007, S. 106).....	120
Abbildung 83: High-Beta-Wellenanteile (Koch 2007, S. 108).....	121
Abbildung 84: Webplattform mit integriertem Lernspiel (Flückiger 2008, S. 70) .....	126
Abbildung 85: Spielfeld (Flückiger 2008) .....	127
Abbildung 86: Beantworten von Fragen (Flückiger 2008, S. 54).....	127
Abbildung 87: Steuerung der Spielfigur (Flückiger 2008, S. 58).....	128
Abbildung 88: Feedbackanzeige (Flückiger 2008, S. 59).....	128
Abbildung 89: Spieldausschnitt der Non-Flow-Version (Flückiger 2008, S. 73) .	129
Abbildung 90: Wissenstest (Flückiger 2008, S. 75).....	129

Abbildung 91: Ablauf des Experiments (Flückiger 2008, S. 72) .....	130
Abbildung 92: Messergebnisse für Flow und Lernerfolg (Flückiger 2008, S. 79) .....	132
Abbildung 93: Flow-Version Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 26) .....	136
Abbildung 94: Spielausschnitt mit Dual-Task, (Toggweiler 2009, S. 30) .....	137
Abbildung 95: Non-Flow-Version (Toggweiler 2009, S. 32) .....	138
Abbildung 96: Untersuchungsablauf in Anlehnung an Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 46) .....	140
Abbildung 97: Beta-Wellen, $F(1,14)$ für $(PTNF > AA) = -2.381$ , $p = 0.002$ , BA 5 (Toggweiler 2009, S. 56) .....	142
Abbildung 98: Lernaufgabe, (Kräutli 2009, S. 29) .....	145
Abbildung 99: Feedback bei einer falschen Antwort (Kräutli 2009, S. 30) .....	146
Abbildung 100: Untersuchungsablauf in Anlehnung an Toggweiler (Toggweiler 2009, S. 46) .....	146
Abbildung 101: Mittelwerte FKS(Toggweiler 2009, S. 83) .....	183
Abbildung 102: Mittelwerte PANAS (Toggweiler 2009, S. 84) .....	184
Abbildung 103: Kennzahlen Dual-Task Reaktion (Toggweiler 2009, S. 84) .....	185
Abbildung 104: Werte PANAS mit Flow .....	186
Abbildung 105; Werte PANAS ohne Flow .....	186
Abbildung 106: Konferenzprogramm Bern (Groner et al. 2008) .....	190
Abbildung 107: Konferenzprogramm Braunschweig (Deutsch und Henk 2010) .....	192
Abbildung 108: New Ways of Capturing (Deutsch und Henk 2010) .....	193
Abbildung 109: Methods of Capturing Flow: Pros and Cons (Deutsch und Henk 2010) .....	193
Abbildung 110: Methods of tracing Flow (Deutsch und Henk 2010) .....	193



### 9.3 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Differenzierung der Bildung (Arnold und Pätzold 2008).....	38
Tabelle 2: Unterschiedliche Spielertypen nach Oblinger (Oblinger 2004, S. S. 6) .....	49
Tabelle 3: Spielgenres und Flow (Flückiger 2008, S. 46) .....	51
Tabelle 4: FKS Kennwerte (Rheinberg et al. 2003, S. 12) .....	69
Tabelle 5: Beschreibung von Frequenz und Amplitude (Gusset 2010) .....	80
Tabelle 6: Funktionelle Zuordnung der Brodmann-Areale (Siedentopf 2010) ...	82
Tabelle 7: Unterscheidung verschiedener Artefakte (Mayer 2010) .....	87
Tabelle 8: Definition der Bandbreiten für die Auswertung der Messresultate....	99
Tabelle 9: Selbst erbrachte Leistung und selbst eingeschätzter Lernerfolg (Richartz 2006, S. 79) .....	111
Tabelle 10: Flow-Mittelwerte (Koch 2007, S. 98).....	118
Tabelle 11: Anforderungs-Mittelwerte (Koch 2007, S. 99).....	119
Tabelle 12: Fähigkeits-Mittelwerte(Koch 2007, S. 100) .....	119
Tabelle 13: Analysierte Messmethoden (Koch 2007, S. 8).....	122
Tabelle 14: Durchschnittswerte der Flow- und Non-Flow-Version (Flückiger 2008, S. 78) .....	131
Tabelle 15: Interviewpartner .....	170
Tabelle 16: Die wichtigsten Kennzahlen für die Varianzanalyse (Richartz 2006, S. 68).....	173
Tabelle 17: Die wichtigsten Kennzahlen bei der Regressionsanalyse (Richartz 2006, S. 69) .....	173
Tabelle 18: EEG-Berechnungen (3-s Methode) .....	181
Tabelle 19: EEG-Berechnungen (0.5-s Methode)(Koch 2007, S. 136).....	181
Tabelle 20: Ergebnisse des Experiments (Flückiger 2008, S. 77) .....	182

## 9.4 BETREUTE MASTER-ARBEITEN ZUM THEMA

Benz, D. (2007). Lernplattform Zur Messung Von Lernerfolg und Flow, Institut für Informatik. Zürich, Universität Zürich. Master of Science: 84 Seiten

Flückiger, M. (2008). Entwicklung eines lernspiels zur Messung von lernerfolg und flow Institut für Informatik. Zürich, Universität Zürich. Master of Science: 84 Seiten

Koch, B. (2007). Flow Live Messen. Institut für Informatik. Zürich, Universität Zürich. Master of Science: 136 Seiten

Kräutli, P. (2009). Lernplattform Zur Messung Von Lernerfolg Und Flow. Institut für Informatik. Zürich, Universität Zürich. Master of Science: 99 Seiten

Richartz, C. (2006). Lernen Und Flow. Institut für Informatik. Zürich, Universität Zürich. Master of Science: 118 Seiten

Toggweiler, P. (2009). Benutzerverhalten Im Flow-Zustand. Institut für Informatik. Zürich, Universität Zürich. Master of Science: 97 Seiten

## 9.5 INTERVIEWPARTNER

**Tabelle 15: Interviewpartner**

Person	Interviewtermin
Prof. Urs Schallberger	
<a href="http://www.psychologie.uzh.ch/institut/angehoerige/emeriti/schallberger.html">http://www.psychologie.uzh.ch/institut/angehoerige/emeriti/schallberger.html</a>	6.3.2007 im Büro 2.B.07
Dr. Lorena Giannotti	6.6.06 Messung begleiten
<a href="http://psycho.unibas.ch/die-fakultaet/personen/profil/person/gianotti/lorena.gianotti-at-unibas.ch">http://psycho.unibas.ch/die-fakultaet/personen/profil/person/gianotti/lorena.gianotti-at-unibas.ch</a>	12.6.06 Messung
Büro 132	19.06.2006 Interview
Birmannsgasse 8	8.8.2006 Interview
4055 Basel	Telefon
Pascal L. Faber, lic. phil. I	+41 61 / 267 06 39
<a href="http://www.uzh.ch/keyinst/index/members/faber/plf.htm">http://www.uzh.ch/keyinst/index/members/faber/plf.htm</a>	pfaber@key.uzh.ch
Esslen Michaela	personal homepage
<a href="http://www.psychologie.uzh.ch/institut/administration/team/esslen.html">http://www.psychologie.uzh.ch/institut/administration/team/esslen.html</a>	tel: +41 44 388 4938
	FAX: +41 44 380 3043
	17.05.06

## 9.6 KONFERENZEN

An folgenden Konferenzen wurde das Forschungsprojekt vertreten:

### 9.6.1 *WHEN MEDIA ENVIRONMENTS BECOME REAL*

February 4 to 6, 2008, Bern, Switzerland

Conference Organizers: Rudolf Groner, David Weibel and Bartholomäus Wissmath

University of Bern, Department of Psychology  
Muesmattstrasse 45  
CH-3000 Bern 9, Switzerland (Groner et al. 2008)

### 9.6.2 *THE CONCEPT OF FLOW: TOWARD A SCIENTIFIC INTEGRATION*

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Psychologie  
Abteilung für Entwicklungspsychologie  
Spielmannstrasse 19  
38106 Braunschweig

February 26 – 28 2010

Prof. Dr. Werner Deutsch

<http://www.tu-braunschweig.de/psychologie/abt/entwicklung/flow>

### 9.6.3 *MOTIVATIONSPSYCHOLOGISCHES KOLLOQUIUM 2011*

25.07. – 26.07.2011

Veranstalter:

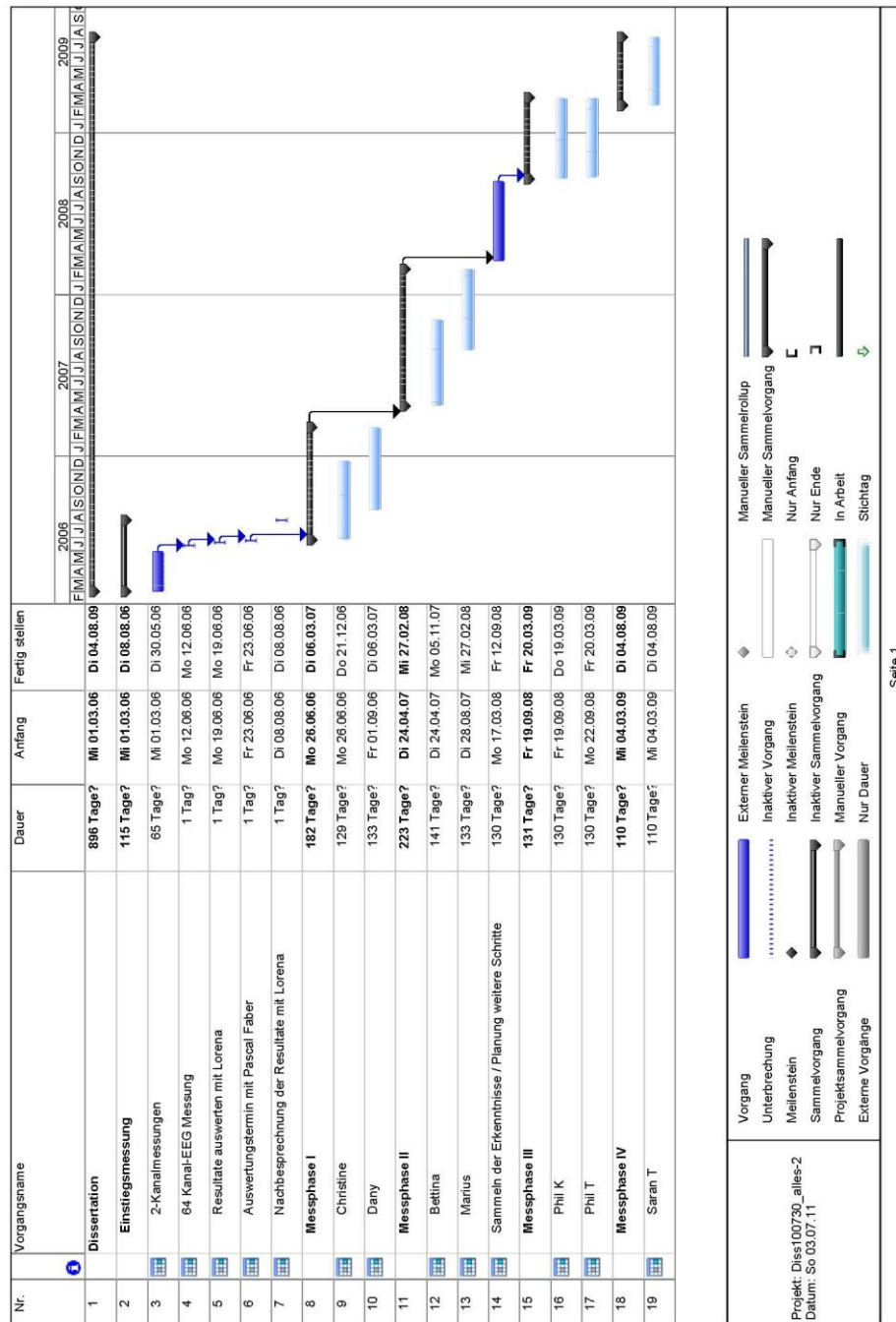
Lehrstuhl für Psychologie  
Technische Universität München  
Prof. Dr. Hugo M. Kehr

Veranstaltungsort:

Carl Friedrich von Siemens Stiftung München

## 10 ANHANG

## 10.1 ZEITPLAN DER DATENERHEBUNG



## 10.2 KENNZAHLEN FÜR MESSDATEN

Tabelle 16: Die wichtigsten Kennzahlen für die Varianzanalyse (Richartz 2006, S. 68)

Arithmetischer Mittelwert	Gibt Aufschluss über den Durchschnittswert vorliegender Werte.
Standardabweichung	Mass für die Streuung der einzelnen Werte um ihren Mittelwert.
Varianz	Mass für die Abweichung einer Zufallsvariable von ihrem Erwartungswert.
Varianzhomogenität	Prüft, ob die Varianzen von zwei Gruppen voneinander abweichen. Dies ist der Fall, wenn $p < 0.05$ .
F-Wert	Lässt mit Hilfe eines kritischen Wertes aus der Fisher-Tabelle feststellen, ob die Grundgesamtheit zweier Stichproben die gleiche Wirkung aufweisen.
Signifikanz	Zeigt die Aussagekraft der Daten. Sie schätzt die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) bei einer maximal festgelegten Fehlerquote. <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>p &gt; 0.05</math> : nicht signifikant; Symbol: ns</li> <li>• <math>p \leq 0.05</math> : signifikant; Symbol: *</li> <li>• <math>p \leq 0.01</math> : sehr signifikant; Symbol: **</li> <li>• <math>p \leq 0.001</math> : höchst signifikant; Symbol: ***</li> </ul>
Partielles Eta-Quadrat	Bezeichnet die Effektstärke der Variablen. Es erklärt das Ausmass der Wirkung eines Faktors. Sein Wert liegt zwischen 0 und 1.

(Backhaus 2003)

Tabelle 17: Die wichtigsten Kennzahlen bei der Regressionsanalyse (Richartz 2006, S. 69)

$y = b \cdot x + a$	Definiert die Regressionsgerade. – y: abhängige Variable; – x: unabhängige Variable; – b: Regressions-koeffizient; – a: Ordinatenabschnitt.
R-Quadrat	Ist ein Bestimmtheitsmass. Es gibt die Güte der Anpassung der Regressionsgerade an die empirischen Daten, in einem Wert zwischen 0 und 1 an. Dies ist der prozentuale Anteil der Varianz, der durch die Regressionsgleichung erklärt wird.
Durbin-Watson-Statistik	Bezeichnet eine Prüfwahl zwischen 0 und 4. Sie zeigt auf, ob zwischen den Residuen benachbarter Fälle systematische Verbindungen bestehen. Liegt die Zahl in der Nähe von 2 liegt keine Autokorrelation vor.
F-Wert	Lässt mit Hilfe eines kritischen Wertes aus der Fisher-Tabelle feststellen, ob die Regressionsbeziehung signifikant ist
T-Wert	Lässt mit Hilfe eines kritischen Wertes feststellen, ob die getestete unabhängige Variable einen substantiellen Einfluss auf die abhängige Variable hat.

## 10.3 MESSDATEN

## 10.3.1 DATEN DER ERSTEN MESSUNG

freq	mean1	mean2	SD1	SD2	diff(1-2)	t-value
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.5	25.98432	22.44920	22.15855	18.01152	3.53512	0.00000
1.0	8.21744	9.85009	6.25073	17.77351	-1.63264	0.00000
1.5	4.51104	5.51590	4.74879	6.74937	-1.00486	0.00000
2.0	2.35847	3.71581	1.93231	4.90900	-1.35734	-0.12612
2.5	1.77778	2.91329	1.69560	6.82734	-1.13551	-0.31493
3.0	1.78232	2.71256	1.69561	6.84391	-0.93025	-1.06758
3.5	1.12226	2.20823	1.71899	4.90597	-1.08597	-1.79284
4.0	0.98037	1.65510	1.00282	4.44839	-0.67473	-0.63003
4.5	1.01445	1.14221	1.07044	2.58615	-0.12776	0.67547
5.0	1.13622	1.32493	1.18937	2.92026	-0.18872	0.58657
5.5	0.93082	1.40311	0.75685	3.06384	-0.47230	0.51355
6.0	1.09754	0.98540	1.00027	1.54274	0.11214	1.56912
6.5	0.76264	0.72152	0.72597	0.90906	0.04112	0.00048
7.0	1.04625	0.91065	0.99408	1.36465	0.13559	0.37869
7.5	1.47613	1.16081	1.93673	1.34128	0.31533	1.01822
8.0	2.06980	1.05018	3.33114	1.20576	1.01962	1.24960
8.5	3.89407	1.09249	5.22574	1.62270	2.80159	5.30556
9.0	3.87210	1.45777	8.87951	1.85910	2.41433	1.90513
9.5	1.45642	1.21539	1.78948	1.62491	0.24103	0.54779
10.0	1.15672	1.08117	1.75902	1.11300	0.07555	-0.00552
10.5	0.85022	0.63198	0.82263	0.59375	0.21824	0.60109
11.0	0.59051	0.54909	0.71639	0.55381	0.04142	-0.72529
11.5	0.60626	0.56889	0.51157	0.53443	0.03738	0.96326
12.0	0.56025	0.74534	0.44667	0.95053	-0.18509	-0.22552
12.5	0.49280	0.51898	0.58330	0.41319	-0.02618	-0.97736
13.0	0.55708	0.60951	0.52982	0.67191	-0.05243	-0.09174
13.5	0.35410	0.63526	0.35807	0.57008	-0.28116	-3.20911
14.0	0.40175	0.48953	0.43397	0.50391	-0.08778	-0.26185
14.5	0.42735	0.52046	0.50062	0.50663	-0.09311	-1.06129
15.0	0.66707	0.40392	0.69236	0.35057	0.26315	1.45237
15.5	0.67378	0.42919	0.76021	0.50977	0.24459	1.99117
16.0	0.67114	0.49460	0.86306	0.53172	0.17654	0.87897
16.5	0.60214	0.39517	0.72477	0.41147	0.20697	2.16200
17.0	0.74477	0.53213	0.66488	0.54415	0.21264	1.14837
17.5	0.90212	0.60161	1.03913	0.56998	0.30051	1.52497
18.0	0.91325	0.61467	0.90893	0.47511	0.29858	0.13432
18.5	0.92556	0.57245	1.09599	0.39622	0.35310	1.09024
19.0	1.08310	0.47258	1.48582	0.43501	0.61052	3.29132

freq	mean1	mean2	SD1	SD2	diff(1-2)	t-value
19.5	0.72710	0.60506	0.71579	0.51997	0.12204	0.20792
20.0	0.53347	0.53626	0.42463	0.55588	-0.00279	0.13893
20.5	0.66491	0.46494	0.80437	0.50701	0.19997	0.00000
21.0	0.51906	0.60498	0.54240	0.98403	-0.08592	0.00000
21.5	0.56869	0.52125	0.71027	0.57456	0.04745	0.00000
22.0	0.70472	0.56787	0.92635	0.56575	0.13685	0.00000
22.5	0.73184	0.40265	0.82629	0.45140	0.32919	0.00000
23.0	0.69222	0.48123	1.25298	0.52583	0.21100	0.00000
23.5	0.50369	0.39583	0.83686	0.40250	0.10786	0.00000
24.0	0.57427	0.38787	0.88745	0.49803	0.18640	0.00000
24.5	0.57547	0.37527	1.03346	0.34298	0.20021	0.00000
25.0	0.57344	0.35393	1.01073	0.37023	0.21951	0.00000
25.5	0.42022	0.35949	0.57889	0.31109	0.06073	0.00000
26.0	0.67773	0.27952	0.85021	0.29560	0.39822	0.00000
26.5	0.55084	0.33938	0.79445	0.30137	0.21146	0.00000
27.0	0.36283	0.32856	0.64338	0.35792	0.03428	0.00000
27.5	0.29046	0.29953	0.28185	0.31900	-0.00907	0.00000
28.0	0.39754	0.30911	0.58286	0.34803	0.08843	0.00000
28.5	0.34276	0.35478	0.63265	0.33198	-0.01202	0.00000
29.0	0.31765	0.26442	0.51018	0.24905	0.05323	0.00000
29.5	0.46935	0.26986	0.69674	0.26278	0.19949	0.00000
30.0	0.40954	0.32331	0.66555	0.46304	0.08623	0.00000
30.5	0.41359	0.34634	0.50458	0.40800	0.06725	0.00000
31.0	0.44185	0.31973	0.60040	0.39992	0.12213	0.00000
31.5	0.26526	0.27706	0.30932	0.29058	-0.01181	0.00000
32.0	0.37071	0.22558	0.59339	0.20983	0.14513	0.00000
32.5	0.32987	0.26539	0.41486	0.25482	0.06448	0.00000
33.0	0.35470	0.29616	0.60615	0.30279	0.05854	0.00000
33.5	0.27077	0.30630	0.40779	0.32622	-0.03553	0.00000
34.0	0.35619	0.24928	0.55169	0.23209	0.10691	0.00000
34.5	0.28624	0.24561	0.35096	0.23617	0.04063	0.00000
35.0	0.24109	0.32620	0.25125	0.33718	-0.08511	0.00000
35.5	0.25513	0.31096	0.36169	0.30989	-0.05584	0.00000
36.0	0.33001	0.22758	0.48742	0.25059	0.10244	0.00000
36.5	0.45819	0.25251	0.72351	0.26689	0.20568	0.00000
37.0	0.26494	0.42665	0.32723	0.43163	-0.16171	0.00000
37.5	0.43826	0.30827	0.58471	0.38755	0.12999	0.00000
38.0	0.50387	0.29927	0.94333	0.31310	0.20460	0.00000
38.5	0.36325	0.30956	0.59585	0.35284	0.05369	0.00000
39.0	0.34444	0.34037	0.43172	0.30613	0.00407	0.00000
39.5	0.34339	0.32994	0.41091	0.32757	0.01345	0.00000
40.0	0.39991	0.37187	0.48385	0.35896	0.02804	0.00000
40.5	0.33285	0.27115	0.53271	0.35173	0.06170	0.00000

freq	mean1	mean2	SD1	SD2	diff(1-2)	t-value
41.0	0.32150	0.32735	0.41339	0.31300	-0.00585	0.00000
41.5	0.38260	0.22979	0.52525	0.24596	0.15282	0.00000
42.0	0.42680	0.32811	0.57971	0.32060	0.09869	0.00000
42.5	0.27122	0.34543	0.33114	0.32255	-0.07421	0.00000
43.0	0.34990	0.30283	0.51861	0.26535	0.04706	0.00000
43.5	0.32781	0.36187	0.42535	0.42535	-0.03407	0.00000
44.0	0.31249	0.25807	0.35971	0.27590	0.05443	0.00000
44.5	0.31240	0.20413	0.43305	0.21112	0.10827	0.00000
45.0	0.35098	0.23791	0.46807	0.25182	0.11307	0.00000
45.5	0.30075	0.32188	0.41899	0.37939	-0.02113	0.00000
46.0	0.33228	0.32897	0.38440	0.32684	0.00332	0.00000
46.5	0.33891	0.29256	0.45939	0.28287	0.04635	0.00000
47.0	0.33936	0.22760	0.39672	0.27919	0.11176	0.00000
47.5	0.44414	0.38536	0.72615	0.44789	0.05878	0.00000
48.0	0.32746	0.22223	0.38229	0.20317	0.10523	0.00000
48.5	0.48323	0.29349	0.78214	0.26526	0.18974	0.00000
49.0	0.49395	0.28249	0.68118	0.30431	0.21147	0.00000
49.5	0.46098	0.26641	0.57326	0.27514	0.19457	0.00000
50.0	0.58464	0.43642	0.66183	0.43968	0.14822	0.00000
50.5	0.25071	0.25198	0.31741	0.32345	-0.00127	0.00000
51.0	0.36159	0.23570	0.39998	0.23835	0.12589	0.00000
51.5	0.32091	0.25384	0.57719	0.22528	0.06708	0.00000
52.0	0.26764	0.24010	0.35071	0.24303	0.02754	0.00000
52.5	0.36840	0.23448	0.52841	0.27408	0.13392	0.00000
53.0	0.35464	0.24938	0.38976	0.20844	0.10526	0.00000
53.5	0.31390	0.16095	0.59439	0.16792	0.15295	0.00000
54.0	0.36343	0.22147	0.46070	0.19705	0.14196	0.00000
54.5	0.37412	0.20486	0.56397	0.22662	0.16926	0.00000
55.0	0.32593	0.19509	0.57187	0.17865	0.13084	0.00000
55.5	0.34477	0.25906	0.44918	0.24935	0.08571	0.00000
56.0	0.28321	0.16118	0.29603	0.15972	0.12203	0.00000
56.5	0.26767	0.20711	0.37518	0.18170	0.06057	0.00000
57.0	0.29824	0.18999	0.37432	0.21296	0.10825	0.00000
57.5	0.27661	0.23068	0.32260	0.26037	0.04593	0.00000
58.0	0.29323	0.23973	0.32852	0.29964	0.05350	0.00000
58.5	0.23704	0.19449	0.27675	0.18284	0.04255	0.00000
59.0	0.23731	0.22463	0.33893	0.26771	0.01268	0.00000
59.5	0.24787	0.20073	0.29463	0.21806	0.04714	0.00000
60.0	0.24978	0.16173	0.35242	0.15003	0.08805	0.00000
60.5	0.24918	0.17404	0.35342	0.17152	0.07514	0.00000
61.0	0.27705	0.18551	0.37790	0.17108	0.09154	0.00000
61.5	0.22572	0.21631	0.33760	0.22772	0.00941	0.00000
62.0	0.23317	0.16089	0.31886	0.16113	0.07228	0.00000



freq	mean1	mean2	SD1	SD2	diff(1-2)	t-value
62.5	0.29047	0.21772	0.53723	0.25655	0.07275	0.00000
63.0	0.28148	0.14007	0.43616	0.12623	0.14141	0.00000
63.5	0.24584	0.20433	0.30497	0.16649	0.04151	0.00000
64.0	0.20264	0.13323	0.32150	0.14249	0.06941	0.00000
64.5	0.22424	0.25397	0.39512	0.30739	-0.02973	0.00000
65.0	0.21456	0.18870	0.32644	0.21094	0.02586	0.00000
65.5	0.18580	0.12460	0.28364	0.09786	0.06120	0.00000
66.0	0.18746	0.24437	0.25090	0.27193	-0.05691	0.00000
66.5	0.23086	0.13048	0.29699	0.13827	0.10038	0.00000
67.0	0.28195	0.14725	0.37295	0.13483	0.13470	0.00000
67.5	0.17958	0.17405	0.18671	0.15682	0.00554	0.00000
68.0	0.22605	0.13900	0.30547	0.13820	0.08705	0.00000
68.5	0.26267	0.15372	0.40464	0.15583	0.10895	0.00000
69.0	0.18910	0.12945	0.25424	0.14305	0.05965	0.00000
69.5	0.23914	0.19403	0.32337	0.24209	0.04510	0.00000
70.0	0.15953	0.13789	0.19023	0.15124	0.02164	0.00000
70.5	0.18371	0.15803	0.24777	0.15319	0.02568	0.00000
71.0	0.19481	0.16645	0.24411	0.21220	0.02835	0.00000
71.5	0.16462	0.12599	0.19061	0.12794	0.03863	0.00000
72.0	0.16387	0.12869	0.19351	0.14893	0.03518	0.00000
72.5	0.17294	0.16273	0.24124	0.19558	0.01021	0.00000
73.0	0.21717	0.11719	0.30895	0.14197	0.09998	0.00000
73.5	0.19639	0.16625	0.24777	0.15794	0.03014	0.00000
74.0	0.19195	0.12989	0.26847	0.12965	0.06206	0.00000
74.5	0.16305	0.17233	0.25357	0.15177	-0.00928	0.00000
75.0	0.17381	0.14092	0.23711	0.16835	0.03290	0.00000
75.5	0.14334	0.11000	0.22795	0.09465	0.03334	0.00000
76.0	0.17534	0.15756	0.25927	0.18771	0.01779	0.00000
76.5	0.13084	0.15323	0.17874	0.14310	-0.02239	0.00000
77.0	0.13727	0.11582	0.16536	0.13662	0.02145	0.00000
77.5	0.17967	0.11349	0.26395	0.11904	0.06618	0.00000
78.0	0.13210	0.11438	0.14128	0.12579	0.01773	0.00000
78.5	0.14429	0.09660	0.21354	0.11357	0.04769	0.00000
79.0	0.14653	0.11784	0.18299	0.15247	0.02870	0.00000
79.5	0.14585	0.11303	0.18739	0.13917	0.03282	0.00000
80.0	0.12656	0.12456	0.18304	0.13748	0.00201	0.00000
80.5	0.13320	0.10046	0.16546	0.12500	0.03273	0.00000
81.0	0.10446	0.07568	0.15530	0.07781	0.02878	0.00000
81.5	0.17920	0.10368	0.26406	0.10732	0.07552	0.00000
82.0	0.10810	0.09886	0.18191	0.10824	0.00924	0.00000
82.5	0.12099	0.08056	0.17620	0.08844	0.04043	0.00000
83.0	0.14638	0.10003	0.20513	0.09662	0.04635	0.00000
83.5	0.12166	0.10825	0.17188	0.09364	0.01341	0.00000

freq	mean1	mean2	SD1	SD2	diff(1-2)	t-value
84.0	0.11689	0.09897	0.17561	0.08584	0.01792	0.00000
84.5	0.08604	0.10960	0.11122	0.14442	-0.02355	0.00000
85.0	0.12205	0.09593	0.18227	0.10025	0.02613	0.00000
85.5	0.10135	0.08954	0.12836	0.09939	0.01182	0.00000
86.0	0.16861	0.07244	0.24857	0.06913	0.09617	0.00000
86.5	0.10357	0.07685	0.15679	0.07161	0.02672	0.00000
87.0	0.09568	0.09760	0.10713	0.08751	-0.00192	0.00000
87.5	0.10047	0.05225	0.11476	0.05907	0.04823	0.00000
88.0	0.08605	0.07719	0.11219	0.08247	0.00885	0.00000
88.5	0.08135	0.07734	0.10217	0.06323	0.00401	0.00000
89.0	0.06979	0.07262	0.10756	0.06886	-0.00283	0.00000
89.5	0.08623	0.07888	0.11933	0.07318	0.00735	0.00000
90.0	0.10839	0.05945	0.13983	0.06954	0.04894	0.00000
90.5	0.09198	0.06282	0.14989	0.06406	0.02917	0.00000
91.0	0.07262	0.07066	0.08102	0.06825	0.00196	0.00000
91.5	0.09235	0.07235	0.11702	0.06728	0.02000	0.00000
92.0	0.07015	0.07426	0.09346	0.06413	-0.00411	0.00000
92.5	0.08856	0.06848	0.11687	0.06353	0.02008	0.00000
93.0	0.06076	0.05565	0.09413	0.04728	0.00510	0.00000
93.5	0.07568	0.06601	0.08572	0.07303	0.00967	0.00000
94.0	0.07986	0.05783	0.11743	0.06828	0.02204	0.00000
94.5	0.06459	0.03961	0.07406	0.03638	0.02498	0.00000
95.0	0.06488	0.07446	0.08821	0.09734	-0.00959	0.00000
95.5	0.06309	0.05553	0.08852	0.05652	0.00755	0.00000
96.0	0.03653	0.05096	0.04606	0.05226	-0.01442	0.00000
96.5	0.09637	0.04642	0.12957	0.04903	0.04996	0.00000
97.0	0.06413	0.04462	0.08108	0.05364	0.01951	0.00000
97.5	0.09500	0.05000	0.13919	0.04521	0.04500	0.00000
98.0	0.07447	0.05729	0.09896	0.05917	0.01718	0.00000
98.5	0.07131	0.04859	0.09814	0.04824	0.02271	0.00000
99.0	0.07662	0.05941	0.12482	0.07969	0.01721	0.00000
99.5	0.05717	0.03921	0.11704	0.05310	0.01797	0.00000
100.0	0.60277	0.93101	0.44279	0.43938	-0.32824	0.00000
100.5	0.05000	0.05048	0.06181	0.05590	-0.00048	0.00000
101.0	0.04408	0.04557	0.05500	0.03466	-0.00149	0.00000
101.5	0.04686	0.03479	0.06056	0.03447	0.01207	0.00000
102.0	0.06180	0.05623	0.09132	0.05421	0.00557	0.00000
102.5	0.04638	0.04674	0.06657	0.05596	-0.00036	0.00000
103.0	0.06519	0.04266	0.07903	0.04531	0.02253	0.00000
103.5	0.05049	0.04551	0.08264	0.05211	0.00498	0.00000
104.0	0.05401	0.03233	0.07510	0.02877	0.02167	0.00000
104.5	0.05430	0.03628	0.07039	0.04835	0.01802	0.00000
105.0	0.04812	0.03799	0.05702	0.04024	0.01014	0.00000

freq	mean1	mean2	SD1	SD2	diff(1-2)	t-value
105.5	0.04659	0.03567	0.05888	0.03708	0.01092	0.00000
106.0	0.09552	0.12831	0.09616	0.09699	-0.03279	0.00000
106.5	0.05312	0.03393	0.08991	0.03218	0.01919	0.00000
107.0	0.04848	0.03773	0.06778	0.03928	0.01075	0.00000
107.5	0.04629	0.03145	0.06088	0.02430	0.01484	0.00000
108.0	0.02720	0.03967	0.02998	0.03031	-0.01248	0.00000
108.5	0.04414	0.03586	0.06716	0.06506	0.00828	0.00000
109.0	0.04269	0.03235	0.07048	0.02961	0.01035	0.00000
109.5	0.03759	0.03557	0.05051	0.04402	0.00202	0.00000
110.0	0.04046	0.02545	0.05814	0.02232	0.01502	0.00000
110.5	0.03618	0.02917	0.05423	0.02967	0.00701	0.00000
111.0	0.03700	0.03222	0.04364	0.02782	0.00478	0.00000
111.5	0.03708	0.03177	0.04132	0.03530	0.00531	0.00000
112.0	0.04852	0.02921	0.07034	0.03453	0.01931	0.00000
112.5	0.04237	0.03099	0.06003	0.02881	0.01138	0.00000
113.0	0.04815	0.02725	0.06009	0.03495	0.02090	0.00000
113.5	0.04430	0.03517	0.07820	0.04860	0.00912	0.00000
114.0	0.03985	0.03118	0.05505	0.03670	0.00867	0.00000
114.5	0.02744	0.02578	0.03468	0.02596	0.00166	0.00000
115.0	0.03483	0.03163	0.04977	0.03676	0.00320	0.00000
115.5	0.03445	0.02752	0.05712	0.02594	0.00693	0.00000
116.0	0.03838	0.02216	0.04924	0.02106	0.01622	0.00000
116.5	0.03281	0.02418	0.04314	0.02236	0.00864	0.00000
117.0	0.03434	0.02586	0.04263	0.02529	0.00848	0.00000
117.5	0.04128	0.02152	0.05683	0.02157	0.01976	0.00000
118.0	0.03740	0.02561	0.04336	0.02572	0.01178	0.00000
118.5	0.03327	0.03614	0.04590	0.03051	-0.00286	0.00000
119.0	0.03732	0.02396	0.05613	0.02106	0.01335	0.00000
119.5	0.03110	0.02433	0.04478	0.02547	0.00676	0.00000
120.0	0.03343	0.02611	0.04243	0.02424	0.00732	0.00000
120.5	0.01859	0.02899	0.02563	0.02852	-0.01041	0.00000
121.0	0.02861	0.02289	0.03764	0.02142	0.00571	0.00000
121.5	0.02346	0.02251	0.03641	0.02380	0.00095	0.00000
122.0	0.03038	0.01684	0.03850	0.01652	0.01355	0.00000
122.5	0.03677	0.01904	0.04770	0.01790	0.01773	0.00000
123.0	0.02685	0.02396	0.03968	0.02228	0.00289	0.00000
123.5	0.02697	0.01930	0.03534	0.02030	0.00766	0.00000
124.0	0.03480	0.02664	0.05463	0.02874	0.00816	0.00000
124.5	0.02112	0.02635	0.02692	0.02981	-0.00523	0.00000
125.0	0.02495	0.02193	0.04227	0.02750	0.00302	0.00000
125.5	0.03108	0.02391	0.03482	0.02797	0.00717	0.00000
126.0	0.02557	0.02156	0.02578	0.01929	0.00401	0.00000

*10.3.2 DATEN ALGODAT*

Die Daten der ersten Messphase sind aus Richartz (Richartz 2006, S. 116, 117)

*10.3.2.1 VARIANZANALYSEN*

Voraussetzung / Hypothese	Mittelwert	Mittelwert	F-Wert	Signifikanz	Eta-Quadrat
V1: Vergleichbare Gruppen:					
V1a: gleiche Flow-Werte	4.612	4.568	0.030	0.862	0.000
V1b: gleiche Leistungswerte	5.970	5.800	0.049	0.852	0.000
V2: Vergleichbare Algorithmen					
V2a: gleiche Flow-Werte	4.382	4.798	2.800	0.097	0.028
V2b: gleiche Leistungswerte	5.875	5.895	0.001	0.979	0.000
V3: Keine Interaktion der unabhängigen Variablen					
V3a: Algorithmus * Programm	4.92/5.39	3.89/4.16	0.205	0.625	0.002
V3b: Gruppe * Programm	5.39/4.94	3.84/4.2	0.009	0.924	0.000
H1: Wirkung des Programms					
H1a: andere Flow-Werte	5.162	4.018	25.595	0.000	0.210
H1b: andere Leistungswerte	8.055	3.715	46.310	0.000	0.325
H1c: andere Einschätzungen	5.140	2.560	52.729	0.000	0.355
H2: Wirkung des Geschlechts					
H2a: andere Flow-Werte	4.586	4.600	0.002	0.963	0.000
H2b: andere Leistungswerte	5.888	5.975	0.000	0.988	0.000
H2c: andere Einschätzungen	3.920	3.650	0.279	0.599	0.003
H3: Wirkung des Alters					
H3a: andere Flow-Werte	4.364	4.8773	4.257	0.042	0.042
H3b: andere Leistungswerte	5.232	6.7159	3.812	0.054	0.037
H3c: andere Einschätzungen	3.630	4.140	1.343	0.249	0.014

*10.3.2.2 REGRESSIONEN*

Voraussetzung / Hypothese	R-Quadrat	F-Wert	Signifikanz	T-Wert	Signifikanz	D-W-S
H4: Motivation --> Flow	0.496	96.520	0.000	9.824	0.000	1.894
H5: Flow --> Leistung						
H5a: Testleistung	0.375	60.281	0.000	7.764	0.000	1.658
H5b: Selbsteinschätzung	0.553	123.402	0.000	11.109	0.000	2.081

## 10.3.3 DATEN

## 10.3.3.1 MESSERGEBNISSE AUS ALGODAT PLUS

Tabelle 18: EEG-Berechnungen (3-s Methode)

Programm	mean(theta)	mean(beta2)	mean(beta3)	Programm	mean(theta)	mean(beta2)	mean(beta3)
1	9.6906	3.01	3.9332	2	8.125	2.571	2.8286
1	10.1617	3.25	4.0207	2	7.4154	2.2801	3.0008
1	10.2719	2.62	4.0391	2	9.0296	2.8488	3.8793
1	5.5318	2.19	3.2748	2	5.6033	2.4408	3.931
1	9.1522	2.17	3.9157	2	10.1102	2.5562	1.8067
1	15.7182	4.4	4.3403	2	12.0585	3.204	3.9996
1	11.6173	2.83	3.6383	2	11.9301	2.6958	3.7568
1	14.068	4.37	5.8308	2	13.6119	3.4547	5.5156
1	7.0716	2.26	3.4433	2	7.7219	2.073	3.5043
1	11.7889	5.21	8.9487	2	8.2521	2.6989	3.8534
1	8.776	4.61	7.4318	2	8.9175	4.849	7.0483
1	5.8546	2.31	2.9904	2	6.3702	2.5144	2.5975
1	12.5002	3.99	5.7427	2	13.5758	4.7302	5.5711
1	6.0148	1.7	2.2205	2	6.5049	1.7148	2.405
1	11.426	3.19	4.2991	2	11.6405	3.0757	4.5881
1	7.6099	2.43	2.5848	2	8.6423	2.407	3.0569
1	6.8369	2	2.8033	2	6.4478	1.8738	2.6843
1	12.7869	3.28	7.7784	2	7.7784	3.2848	5.0321
1	12.5003	3.61	4.6733	2	11.3624	3.4913	4.5078
<b>Mittelwerte</b>	<b>9.967252632</b>	<b>3.127894737</b>	<b>4.521536842</b>		<b>9.215673684</b>	<b>2.882331579</b>	<b>3.871952632</b>
<b>T-Test</b>	<b>0.042</b>	<b>0.0795</b>	<b>0.0265</b>				

Tabelle 19: EEG-Berechnungen (0.5-s Methode)(Koch 2007, S. 136)

Programm	mean(theta)	mean(beta2)	mean(beta3)	Programm	mean(theta)	mean(beta2)	mean(beta3)
1	8.834452346	2.560466837	3.868919579	2	7.007188288	2.456914893	2.830270317
1	7.866271753	2.335139398	3.872587673	2	7.412456292	2.214515139	3.001997973
1	9.029544841	2.612953579	4.039071792	2	10.26486448	2.49824273	3.879137184
1	5.531346473	2.118092204	3.275200372	2	5.605254749	2.446398751	3.125590263
1	9.526240673	2.170155779	3.28672073	2	9.153165521	1.022428097	1.80759745
1	7.203459945	3.062345609	4.287466038	2	6.971404033	2.845767684	3.699018586
1	6.359289795	2.462627705	3.637650407	2	6.069723636	2.369658563	3.756764385
1	10.94958667	2.409603111	4.521736653	2	6.692116251	2.876340333	5.515638948
1	7.779185831	1.945527632	3.444118665	2	6.813518298	2.006551271	3.50520177
1	10.57754115	3.22265288	8.887093568	2	8.267021272	2.569885696	3.853185294
1	8.918507512	3.54601135	7.435352284	2	8.776048293	3.50396424	7.048365241
1	6.370176887	2.3805405	2.990413492	2	5.854636206	2.24671805	2.597540909
1	6.06345622	2.868075782	5.628833379	2	6.177583173	2.652499767	5.571179288
1	6.499398208	1.694739162	2.219850407	2	6.022635242	1.649547798	2.410681339
1	5.763052136	2.615532311	4.297590856	2	5.518589514	2.625737994	4.598165
1	8.639832856	2.230288221	2.584594402	2	7.609824939	2.332681198	3.056929745
1	6.838039957	1.953673823	2.805481622	2	6.445857045	1.812757301	2.685800954
1	4.15137368	4.176170588	6.838039957	2	6.44240118	2.856831422	5.032158781
1	6.755541304	3.093027527	4.672640096	2	6.576022705	2.912593541	4.507747309
<b>Mittelwerte</b>	<b>7.560856739</b>	<b>2.602927473</b>	<b>4.34650321</b>		<b>7.035805848</b>	<b>2.415300843</b>	<b>3.814894249</b>
<b>T-Test</b>	<b>0.05</b>	<b>0.0375</b>	<b>0.043</b>				

10.3.3.2 *MESSERGEBNISSE AUS E-T***Tabelle 20: Ergebnisse des Experiments (Flückiger 2008, S. 77)**

No-Flow Version			Flow-Version		
Flow-Wert (1-7)	Flow-Wert (%)	Lernerfolg (%)	Flow-Wert (1-7)	Flow-Wert (%)	Lernerfolg (%)
1.9	27.14	40	4.6	65.71	100
4.1	58.57	40	5.0	71.43	100
3.8	54.29	60	4.9	70.00	60
3.0	42.86	40	5.4	77.14	80
3.0	42.86	40	4.1	58.57	100
3.3	47.14	20	4.3	61.43	80
3.4	48.57	80	4.1	58.57	80
4.2	60.00	20	5.4	77.14	60
2.4	34.29	20	5.3	75.71	80
4.9	70.00	60	5.7	81.43	100
2.0	28.57	60	3.4	48.57	60
1.6	22.86	60	4.9	70.00	100
3.4	48.57	60	4.8	68.57	100
3.4	48.57	40	5.1	72.86	80
5.0	71.43	60	5.8	82.86	100
3.7	52.86	100	4.3	61.43	100
2.0	28.57	40	4.1	58.57	80
3.7	52.86	100	5.4	77.14	80
2.1	30.00	60	5.6	80.00	80
2.2	31.43	80	5.4	77.14	60
2.2	31.43	60	3.8	54.29	80
2.2	31.43	80	4.4	62.86	100
2.1	30.00	60	5.3	75.71	100
4.7	67.14	60	5.9	84.29	100
4.8	68.57	80	6.1	87.14	100
2.2	31.43	60	4.6	65.71	100
3.3	47.14	40	4.3	61.43	80
3.5	50.00	60	5.0	71.43	100

## 10.3.4 DATEN E-T-PLUS UND REGEX

## 10.3.4.1 MESSERGEBNISSE AUS MESSPHASE E-T-PLUS

PNr.	PTF						PTNF						PTNF2					
	M (1-10)	M FI	M FII	M FIII	M FII	M FIII	M (1-10)	M FI	M FII	M FIII	M FII	M FIII	M (1-10)	M FI	M FII	M FIII	M FI	M FII
FL0002	4.7	4.33	5.25	3.67			3.9	3.67	4.25	4.33								
FL0003	5.4	5.5	5.25	1.33			6.1	6.33	5.75	4								
FL0004	3.1	3.67	2.25	1.33			3.6	4	3	1.67								
FL0005	5.6	6.83	3.75	1			4.6	5.67	3	1								
FL0006	6.3	6.67	5.75	1.67			4.9	4.67	4.94	2.33								
FL0007	5	5.67	4	2			6	6	5.71	3.33								
FL0008	4.3	3.67	5.25	1.33			2.4	1.83	3.32	1.33								
FL0009	5.5	5.5	5.5	4.33			4.9	4.67	4.94	5								
FL0010	5.4	6.17	4.25	2.33			5.2	5.83	4.29	3.33								
FL0011	6.1	6.17	6	4.67			4.1	4	4.3	5			3.9	4	3.75	4.67		
FL0012	5.7	5.67	5.75	1.33			6	5.83	5.98	4.33			2.9	3.33	2.25	3		
FL0013	6	6.33	5.5	2.67			4.3	4.67	3.57	1			2.4	3	1.5	1		
FL0014	6.2	6.33	6	1.67			2.4	1.83	3.46	3.33			2.6	2.17	3.25	1		
FL0015	5.1	5.5	4.5	2.33			5.1	4.33	5.78	6.33			2.5	2.67	2.25	1.67		
FL0016	5.3	5.33	5.25	1			5	4.83	5.12	1			3.4	3.5	3.25	1		

PNr. Probandennummer

M (1-10) Mittelwert Gesamt-Flow-Wert

M FI Mittelwert glatter automatischer Verlauf

M FII Mittelwert Absorbiertheit

M FIII Mittelwert Besorgnis Komponente

Abbildung 101: Mittelwerte FKS(Toggweiler 2009, S. 83)

	PTF		PTNF		PTNF2	
PNr.	M PA	M NA	M PA	M NA	M PA	M NA
FL0002	0.36	1.5	3.5	2.33		
FL0003	4.17	1	4.17	1		
FL0004	1.67	1.33	2.33	1.17		
FL0005	3.83	1	4.17	1.33		
FL0006	3.83	1.17	3.5	2		
FL0007	3.17	1.5	3.83	1.83		
FL0008	2.5	1	1.33	3.33		
FL0009	4	2	3.5	2		
FL0010	3.5	1	3.17	1.33		
FL0011	4.33	1	3.67	1	3.67	1
FL0012	4.17	1	3.83	1.33	1.67	1.17
FL0013	4.17	1	3	1.17	2	2.17
FL0014	4	1	2	1.67	1.33	1
FL0015	3	1.17	4	2	1.5	3.17
FL0016	3.5	1.17	3.83	1.33	3.33	1.67

M PA      Mittelwert positiver Affekt

M NA      Mittelwert negativer Affekt

Abbildung 102: Mittelwerte PANAS (Toggweiler 2009, S. 84)



PNr.	Totale Anz. DT	Treffer	M Reaktionszeit	SD Reaktionszeit	Quote
FL0002	39	15	8.14	11.337	38.5%
FL0003	20	13	0.863	10.291	65.0%
FL0004	43	35	1.08	0.217	81.4%
FL0005	28	10	0.85	1.162	35.7%
FL0006	58	40	1	0.355	69.0%
FL0007	47	39	317	2.963	83.0%
FL0008	41	24	1.289	2.727	58.5%
FL0009	44	26	1.792	2.981	59.1%
FL0010	50	43	0.539	0.187	86.0%
FL0011	37	20	1.038	0.71	54.1%
FL0012	43	40	0.771	1.068	93.0%
FL0013	26	22	0.708	0.166	84.6%
FL0014	39	22	2.255	5.642	56.4%
FL0015	50	48	0.714	0.155	96.0%
FL0016	26	22	0.724	0.182	84.6%

Abbildung 103: Kennzahlen Dual-Task Reaktion (Toggweiler 2009, S. 84)

## 10.3.4.2 PANAS-WERTE REGEX

	interessiert_F	stark_F	aengstlich_F	feindselig_F	begeistert_F	bekuemmert_F	wach_F	nervoes_F	entschlossen_F	veraergert_F	aufmerksam_F
FL0002	4	3	2	1	4	4	3	5	2	3	1
FL0003	5	5	1	1	4	4	1	5	1	5	1
FL0004	4	2	1	1	4	4	1	3	2	4	1
FL0005	4	5	1	1	4	4	1	4	1	4	1
FL0006	4	3	1	1	3	3	1	4	1	4	1
FL0007	4	3	1	1	4	4	1	4	2	3	4
FL0008	4	3	1	1	3	3	1	4	1	4	1
FL0009	5	4	2	2	4	4	2	4	4	2	4
FL0010	5	3	1	1	3	3	1	2	1	4	2
FL0011	5	5	1	1	4	4	1	4	1	5	1
FL0012	3	2	1	1	4	4	1	3	1	4	1
FL0013	5	4	1	1	4	4	1	5	1	4	1
FL0014	4	4	1	1	3	3	1	4	1	3	1
FL0015	5	4	1	1	5	5	1	5	3	4	1
FL0016	4	4	1	1	4	4	1	2	1	1	1

Abbildung 104: Werte PANAS mit Flow

	interessiert_F	stark_F	aengstlich_F	feindselig_F	begeistert_F	bekuemmert_F	wach_F	nervoes_F	entschlossen_F	veraergert_F	aufmerksam_F
FL0002	4	2	3	1	4	4	3	4	2	4	4
FL0003	4	4	1	1	3	3	1	4	1	4	4
FL0004	4	1	2	1	3	2	2	4	2	3	4
FL0005	3	5	1	1	3	3	1	4	1	4	4
FL0006	4	4	1	1	3	3	1	4	1	4	4
FL0007	4	3	1	1	4	4	3	4	2	2	4
FL0008	4	3	1	1	3	3	1	3	1	3	4
FL0009	4	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3
FL0010	4	2	3	1	3	3	3	3	2	4	3
FL0011	4	3	1	1	3	3	1	4	1	5	4
FL0012	4	3	1	1	3	3	1	3	2	4	5
FL0013	5	3	1	2	3	3	1	4	1	4	4
FL0014	3	2	1	1	2	2	1	3	1	1	3
FL0015	2	2	2	4	2	2	4	3	4	4	2
FL0016	1	2	1	1	4	4	3	1	1	3	3

Abbildung 105; Werte PANAS ohne Flow

## 10.4 FLOW KURZ SKALA (FKS)

Flow-Kurzfragebogen entwickelt von Falko Rheinberg &amp; Regina Vollmeyer, Universität Potsdam

Alter:  JahreGeschlecht: ☐ weiblich  
☐ männlichIch mache gerade \_\_\_\_\_ Uhrzeit \_\_\_\_\_  
(Beziehen Sie sich bitte auf die eben unterbrochene Tätigkeit.)

	Trifft nicht zu	teils-teils	Trifft zu
• Ich fühle mich optimal beansprucht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Meine Gedanken bzw. Aktivitäten laufen flüssig und glatt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich merke gar nicht, wie die Zeit vergeht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich habe keine Mühe, mich zu konzentrieren.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Mein Kopf ist völlig klar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich bin ganz vertieft in das, was ich gerade mache.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Die richtigen Gedanken/Bewegungen kommen wie von selbst.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich weiß bei jedem Schritt, was ich zu tun habe.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich habe das Gefühl, den Ablauf unter Kontrolle zu haben.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich bin völlig selbstvergessen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Es steht etwas für mich Wichtiges auf dem Spiel.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich darf jetzt keine Fehler machen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
• Ich mache mir Sorgen über einen Misserfolg.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

• Verglichen mit allen anderen Tätigkeiten, die ich sonst mache, ist die jetzige Tätigkeit...	leicht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	schwer
• Ich denke, meine Fähigkeiten auf diesem Gebiet sind...	niedrig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	hoch
• Für mich persönlich sind die jetzigen Anforderungen...	zu gering	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	zu hoch

(Rheinberg et al. 2003, S. S. 21)

10.5 KONFERENZUNTERLAGEN

10.5.1 KONFERENZUNTERLAGEN BERN

Monday, February 4th 2008			
08:00 - 09:00	Registration		
09:00 - 09:15	Opening Addresses		
09:15 - 10:15	<b>Invited Lecture I:</b> Reality Switch - Paradigm Shift in Communication Research Matthias Steinmann (University of Bern) Tanja Hackenbruch (University of Bern)	12	
Coffee Break			
10:30 - 12:30	<b>Workshop I:</b> Pervasive Gaming Chair: Ivo Flammer (XiLabs Paris) „Das Unheimliche“ of Ubiquitous Games for Museum Visitors Annie Gentes, Eric Gressier-Soudan, Isabelle Réchiniac-Astic <b>The Hybrid Self</b> Wolf Ka, Ivo Flammer Exploring the Spatial Experience of Pervasive Gaming Nicolas Nova, Fabien Girardin Flow despite Media Discontinuity Matthias Sala, Julio Perez, Philipp Winteler	20	
Lunch Break			
13:30 - 14:30	<b>Invited Lecture II:</b> Real Actions in Virtual Environments Mel Slater (ICREA-Universitat Politècnica de Catalunya & UCL)	13	
14:30 - 16:30	<b>Workshop II:</b> Immersive Commerce – Use of Multimedia and Virtuality in E-Commerce Chair: Thomas Myrach (University of Bern) Digital Asset Management for Virtual Worlds Michael Dittenbach, Helmut Berger Virtual Customer Integration in New Product Development Guido Lang, Marc Fetscherin, Christoph Lattemann Preconditions of Avatar-Based Innovation: Creating a Compelling Experience Thomas Kohler, Johann Füller, Kurt Matzler Implicit and Explicit Memory of High Definition Video Game Advertisements Paul Skalski, Cheryl Campanella Bracken	25	
Coffee Break			
16:45 - 18:45	<b>Workshop III:</b> Flow Experience in E-Gaming Chair: Alexander Voiskounsky (Moscow Lomonosov State University) A Cross-cultural Study of Russian and Chinese MUD Gamers: Flow Experience and Interaction Alexander Voiskounsky, Olga V. Mitina, Anastasiya A. Avetisova Gaming Experience – From Adaptation to Flow Jari Takatalo, Jukka Häkkinen, Jyrki Kaistinen, Göte Nyman What Makes Players to Get Experienced Enjoyment during the Playing of Online Games? Dongseong Choi, Jinwoo Kim Computer Supported Measuring of Flow to Improve Game Based Learning Environments Urs Hugentobler	30	
20:00 - 21:30	<b>Public Panel Discussion (in German Language)</b>		

# Tuesday, February 5th 2008

08:15 - 08:30	<i>Registration</i>	
08:30 - 10:30	<i>Workshop IV:</i> Media Environments and Reality Switch – Focused by Media Science Chair: Tanja Hackenbruch (University of Bern)  Television Series and Fandom: Sophisticated Readership as Co-authorship Ursula Ganz-Blättler  Mediated Sports Realities: Topics of Sports Coverage and Mediatization of Sports Events Daniel Beck  Media Realities among Teenagers: Broadband Killed the TV Star Patrick Hofer  Involvement and Reception Strategies in Lord of the Rings Susanne Eichner	35
	<i>Coffee Break</i>	
10:45 - 11:45	<i>Invited Lecture III:</i> Ubiquitous Entertainment Louis Boschart (University of Fribourg)	14
11:45 - 12:15	<i>Special Session:</i> Cognitive Processing of Cinematic Realities Chair: Rudolf Gröner (University of Bern)  Are Flashbacks in Film Really Enhancing the Assessment of Aesthetic Judgments at no Costs of Mental Resources? Géry d'Ydewalle	51
	<i>Lunch Break</i>	

# Tuesday, February 5th 2008

08:15 - 08:30	<i>Registration</i>	
08:30 - 10:30	<i>Workshop IV:</i> Media Environments and Reality Switch – Focused by Media Science Chair: Tanja Hackenbruch (University of Bern)  Television Series and Fandom: Sophisticated Readership as Co-authorship Ursula Ganz-Blättler  Mediated Sports Realities: Topics of Sports Coverage and Mediatization of Sports Events Daniel Beck  Media Realities among Teenagers: Broadband Killed the TV Star Patrick Hofer  Involvement and Reception Strategies in Lord of the Rings Susanne Eichner	35
	<i>Coffee Break</i>	
10:45 - 11:45	<i>Invited Lecture III:</i> Ubiquitous Entertainment Louis Boschart (University of Fribourg)	14
11:45 - 12:15	<i>Special Session:</i> Cognitive Processing of Cinematic Realities Chair: Rudolf Gröner (University of Bern)  Are Flashbacks in Film Really Enhancing the Assessment of Aesthetic Judgments at no Costs of Mental Resources? Géry d'Ydewalle	51
	<i>Lunch Break</i>	

<b>Wednesday, February 6th 2008</b>	
08:30 - 08:45	<b>Registration</b>
08:45 - 11:00	<b>Thematic Session II:</b> <b>Creating and Measuring Presence</b> Chair: David Weibel (University of Bern)  From Reality to Wii-ality: Natural Mapping Effects of the Nintendo Wii Paul Skalski, Ron Tamborini, Erika Gress  How Close Can We Get to Our Celebrities? The Role of Form and Social Presence Bridget Rubenking, Paul Skalski  If It Is Real, You Feel (?): Perceived Reality, Presence and Emotions while Watching TV Dagmar Unz, Frank Schwab  Can We Observe Presence? A Content Analysis of Video Game Playing Cheryl Campanella Bracken, Paul Skalski, Bridget Rubenking, Amanda Zima, Carolyn Kane  Acoustic Immersion with Wave Field Synthesis – A Study on Sound Source Localization Accuracy Mathias Wellner, Peter Wolf, Robert Riemer
11:15 - 12:15	<b>Coffee Break</b>  <b>Invited Lecture VI:</b> <b>Presence and Telepresence Scholarship: Challenges Ahead</b> Matthew Lombard (Temple University Philadelphia)
12:15 - 12:30	<b>Poster Presentation</b>  <b>Lunch Break</b>
13:30 - 15:30	<b>Workshop VI:</b> <b>Presence for Experiential Assessment and Rehabilitation</b> Chair: Francesca Morganti (University of Lugano)  From Technology to Health: The Role of Ambient Intelligence Giuseppe Riva  Collaborative Interfaces for Autism Intervention and Social Action Research Patrice L. (Tamar) Weiss, Eynat Gal, Massimo Zancanaro, Oliviero Stock  The Potential Use of Multiplayer Online Games in Telehealth Andrea Gaggioli  The Butler Project: A New Cognitive and Emotional System for the Elderly Cristina Botella, Diana Castilla, Soledad Quero, Mariano Alcañiz, José Antonio Lozano, Rosa M. Baños, Juana M. Bretón-López, Azucena García-Palacios  Virtual Reality for Social Phobia Treatment Francesca Morganti
15:45 - 16:45	<b>Invited Lecture VII:</b> <b>Touch, Tools and Telepresence: The Role of Embodiment in Mediated Environments</b> Wijnand Ijsselstein (Technische Universiteit Eindhoven)
16:45 - 18:15	<b>Thematic Session III:</b> <b>Positive and Negative Aspects of New Media</b> Chairs: Keiichi Tsuji, Kazuo Koga (Nagoya University)  Device Dependent Immersion or Perception Contingent Reality? Kazuo Koga  A New Type of Apathy Caused by Immersion in Media Environments Keiichi Tsuji  SF3D: Smaller, Faster, and 3D - Is that what We Want in New Media? Mario Menozzi

Abbildung 106: Konferenzprogramm Bern (Groner et al. 2008)



*10.5.1.1 ABSTRACT DER FLOW-PRÄSENTATION*

"Computer Supported Measuring of Flow to Improve Game Based Learning Environments". Urs Hugentobler University of Zurich, Switzerland (uhu@ifi.uzh.ch)

Flow is a mental state of operation in which a person is fully immersed in his present doing. It is a feeling of energized focus and full involvement. People in Flow are completely absorbed in their present activity. While learning with computers, people achieve better results if they are in the state of flow. Therefore it is very important to foster flow. There are already methods to measure flow. However, existing methods have the disadvantage that they either require extensive apparatuses (like MRT or CRT) or they interrupt the feeling of flow by directly putting people out of it, asking them questions. The goal of this research project is to develop a method for measurement of flow with the computer while the person is in a learning sequence. Avoiding extensive apparatuses and asking questions, the mental state of flow will not be interrupted and elearning can be improved. Keywords: flow, measurement, e-Learning, Game Based Learning (Groner et al. 2008).

<http://www.mediaconference.ch/>

## 10.5.2 KONFERENZUNTERLAGEN BRAUNSCHWEIG

### 10.5.2.1 KONFERENZPROGRAMM BRAUNSCHWEIG

*The Concept of Flow: Toward a Scientific Integration, Braunschweig February 26–28 2010*

#### Scientific Programme

##### Friday, 26<sup>th</sup>

17.00 – 18.00	Opening Session	Senate Conference Hall	registered participants
18.00 – 19.00	<i>Introductory Lecture</i> <b>What is and for what purpose does one study flow?</b> Werner Deutsch, TU Braunschweig	PK 4.7	open to the public
20.00	<i>Dinner</i>	Restaurant „Parco“	registered participants

##### Saturday 27<sup>th</sup>

9.00 – 10.30	<i>Keynote</i> <b>Flow experiences and the development of individuals and communities</b> Antonella Delle Fave, University of Milan, Italy	PK 4.7	open to the public
11.00 – 12.30	<i>Keynote</i> <b>Flow in the brain</b> Arne Dietrich, American University of Beirut, Lebanon	PK 4.7	open to the public
13.00 – 14.00	light lunch	Senate Conference Hall	registered participants
14.00 – 15.30	<i>Workshop</i> <b>Capturing Flow</b> Stefan Engeser & Anja Schiepe, University of Munich, Germany	Senate Conference Hall	registered participants
16.00 – 17.30	<i>Symposium</i> <b>Applications: Flow in everyday life</b> <i>Optimal experience in rescuing: a comparison between professionals and volunteers</i> Raffaella Sartori, University of Milan, Italy <i>A within-person perspective on flow at work</i> Maike Debus, University of Zurich, Switzerland <i>The potential contribution of the complexity science to the study of flow experiences in the workplace</i> Lucia Ceja, IESE Business School, University of Navarra, Spain	Senate Conference Hall	registered participants
18.00 – 19.00	<b>Poster Discussion</b>	Senate Conference Hall	registered participants
20.00	<i>Dinner</i>	Restaurant „Parco“	registered participants

##### Sunday, 28<sup>th</sup>

9.00 – 10.30	<i>Keynote</i> <b>Flow experiences in competitive sports</b> Oliver Stoll & Christian Reinhardt, University of Halle, Germany	PK 4.7	open to the public
11.00 – 12.30	<b>Summary &amp; Perspectives</b>	Senate Conference Hall	registered participants

**Venues:** Senate Conference Hall & PK 4.7, Main Building, Pockelsstr. 4

**Abbildung 107: Konferenzprogramm Braunschweig (Deutsch und Henk 2010)**



## 10.5.2.2 ERGEBNISSE BETREFFEND MESSUNG VON FLOW

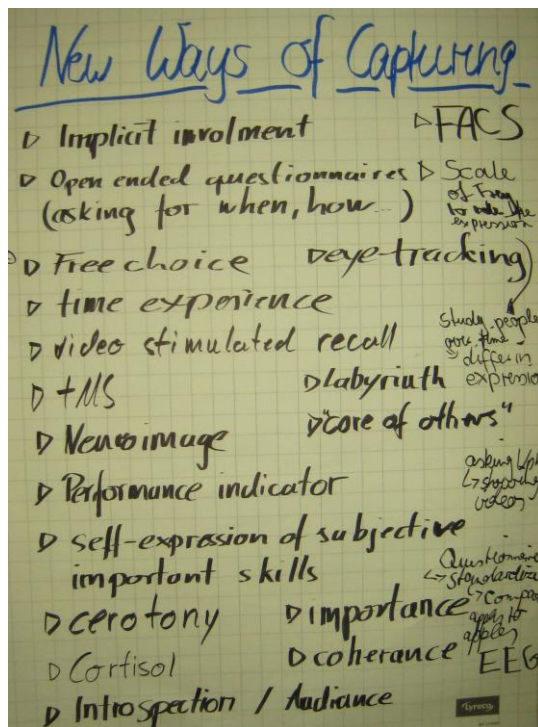


Abbildung 108: New Ways of Capturing  
(Deutsch und Henk 2010)

	Pro	Cons
Neuroimaging	objective locate activity biological	expensive limited movement resolution of time unspecific
EEG	physiological works great time resolution	limited activity / duration
Coherence	Capitulation expl. / impl.	technical problem
DLPC - MC	✓ HV	

Abbildung 109: Methods of Capturing Flow:  
Pros and Cons (Deutsch und Henk 2010)

METHOD	ADVANTAGE	DISADVANTAGE
EEG	TRUE, OBJECTIVE	LONG TIME TO PREPARE
+		EXPENSIVE
NEURO-FEEDBACK		(SMALL N)
BIO -		NO PATTERN
		NOISE ARTEFACTS
		NO PATTERN

Abbildung 110: Methods of tracing Flow (Deutsch und Henk 2010)

## 10.5.3 KONFERENZPROGRAMM MÜNCHEN



## 31. Motivationspsychologisches Kolloquium

Montag, 25. Juli 2011

<b>09.00</b>	<b>Begrüßung und Organisatorisches (Hugo Kehr)</b>	
09.00-09.30	<b>Hugo Kehr</b>	Das Kompensationsmodell der Motivation und Volition - Implikationen für die Erforschung von Flow, Motivdiskrepanzen, volitionaler Erschöpfung und der Korruption intrinsischer Motivation
09.30-10.10	<b>Norbert Bischof</b>	FREUDlose Argumente in Sachen Ödipus
10.10-10.40	<b>Markus Quirin</b>	Implizites und explizites Leistungsmotiv: Lassen sie sich auf neuronaler Ebene unterscheiden?
<b>10.40-11.00</b>	<b>Kaffeepause</b>	
11.00-11.30	<b>Miguel Kazén</b>	Bereichsspezifische Diskrepanzen zwischen impliziten und expliziten Motiven und Auswirkungen auf das Wohlbefinden
11.30-12.00	<b>Martin Köllner</b>	Korrelation von Motivkongruenz und Wohlbefinden - Eine Metaanalyse
12.00-12.30	<b>Monisha Chatterjee</b>	Eine kulturvergleichende Betrachtung des Zusammenspiels von Selbstregulationskompetenzen mit der Übereinstimmung von expliziten und impliziten Motiven in Deutschland, Indien und USA
<b>12.30-13.30</b>	<b>Mittagspause</b>	
13.30-14.00	<b>Felix Schönbrodt</b>	Die "Unified Motive Scales": Eine Item-Response-Analyse und Synthese von expliziten Motivfragebögen
14.00-14.30	<b>Martin Krippel</b>	Testgütekriterien des Fragebogens AnMS-Sport zur Erfassung des Anschlussmotivs im Sportkontext
14.30-15.00	<b>Ji Zhou</b>	Visitor Goals and Intended Learning Behavior in the Museum
<b>15.00-15.30</b>	<b>Kaffeepause</b>	
15.30-16.00	<b>Stefan Engeser</b>	Denken und handeln wir, wie wir wollen? Oder: die Wirkung von Leistungswörtern in Abhängigkeit individueller Präferenzen
16.00-16.30	<b>Markus Deimann</b>	Volitionale Rekonstruktion von schulischen Lernphasen mit erhöhtem Selbstregulationsanspruch
16.30-17.00	<b>Wolfram Rollett</b>	Experimentelle Überprüfung von Instruktionseffekten auf die Verwendung von Bezugsnormen bei der Leistungsbewertung
<b>17.00-18.30</b>	<b>Postersession</b>	
<b>ab 20.00</b>	<b>Dinner im Restaurant Cavo am Englischen Garten</b> (Die Reservierung im Cavo besteht ab 19:00 Uhr. Sie können sich also gerne schon vor 20:00 Uhr im Restaurant einfinden und einen Aperitif genießen.)	



### 31. Motivationspsychologisches Kolloquium

**Dienstag, 26. Juli 2011**

<b>09.00-09.15</b>	<b>Begrüßung und Organisatorisches</b>	
09.15-09.45	<b>Julius Kuhl</b>	Das tanzende Selbst: Motivation, Selbstkompetenzen und Begabungsentfaltung im Kindesalter
09.45-10.15	<b>Britt Tönjes</b>	Zusammenhang von Bindungsstil und Regulationsfokus
10.15-10.45	<b>Birk Hagemeyer</b>	Motiv(in)kongruenz in Partnerschaften
<b>10.45-11.15</b>	<b>Kaffeepause</b>	
11.15-11.45	<b>Michael Richter</b>	Das Ketchup - Task Paradigma: Ein empirischer Test der Energetisierungstheorie
11.45-12.15	<b>Guido Gendolla</b>	Zur direkten Mobilisierung von Anstrengung
<b>12.15-13.15</b>	<b>Mittagspause</b>	
13.15-13.45	<b>Marcel Fischer</b>	Der Traum: Via Regia zum Motiv? Wie sich Inkongruenz zwischen expliziten und impliziten Affiliationsmotiv in der Traumphänomenologie widerspiegelt.
13.45 -14.15	<b>Oliver Büttner</b>	Motivational Orientations and Mindsets during Shopping
<b>14.15-14.45</b>	<b>Diskussion: Organisationsformen der Motivationspsychologie</b>	
<b>ab 14.45</b>	<b>Abschlussapero</b>	

# 11 CURRICULUM VITAE

## Ausbildung

- 03.2005 - 2011 **Dissertation im Bereich „Game Based Learning“**  
Universität Zürich, Institut für Informatik, Educational Engineering Lab
- 10.2002 - 04.2007 **Studium zum Handelslehrer**  
Universität Zürich, Höheres Lehramt für Mittelschulen  
Abschluss Dipl. Handelslehrer UNI ZH
- 10.2000 - 10.2004 **Studium in Wirtschaftsinformatik**  
Universität Zürich, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Institut für Informatik  
Abschluss Dipl. Inform. UNI ZH „cum laude“  
Diplomarbeit Interaktion und Dialog im computerunterstützten Lernen — Entwicklung eines Kostenmodells
- 1988 - 1991 **Höhere Wirtschafts- und Verwaltungsschule, Zürich**  
Abschluss Betriebsökonom HWV  
Fachrichtung Marketing  
Diplomarbeit PC-unterstützte Ausbildung am Beispiel einer Einführungslektion in Harvard Graphics
- 1987 - 1988 **Berufsbegleitende Handelsschule**  
Dr. Räbers Höhere Handelsschule, Zürich  
Abschluss Abendhandelsdiplom
- 1979 - 1983 **Automechanikerlehre**  
Otto Rupf AG, Dübendorf

## Berufserfahrung

- 1992 – Heute **Selbständiger Unternehmer**  
Info Pro Consulting, Hugentobler & Partner, Zürich  
  - Beratung von Firmen im EDV Bereich / Erteilung von Computerkursen in Firmen / Verkauf von Hard- und Software
- 12.1996 - 11.2000 **Rektor**  
ITA Institut für technische Ausbildung AG, Zürich  
  - Strategische und operative Leitung einer eidg. anerkannten Technikerschule TS inkl. technische Kaufleute
  - Aufbau der Informatik; sowohl im Kurswesen wie auch auf Stufe "Techniker TS"

## Lehrtätigkeit

- (Auszugsweise)
- 1991 - Heute **Technische Berufsschule Zürich**  
Abteilung Automobiltechnik, eidg. dipl. Automobilkaufmann HFP  
Fächer Finanz- und Rechnungswesen, BWL, Marketing, Zahlungsverkehr
- KV Zürich Business School**  
Abteilung Grundbildung, B- und E-Profil, Zusatzlehre, BM 2  
Fächer Finanz- und Rechnungswesen, VWL, BWL, R, IKA
- Klubschule Migros Zürich**  
Abteilung Berufliche Weiterbildung (Bürofachschule, Handelsschule, Marketingplaner mit eidg. FA)  
Fächer Rechnungswesen, Informatik und Marketing